

CONSEIL INTERNATIONAL DES UNIONS SCIENTIFIQUES
INTERNATIONAL COUNCIL OF SCIENTIFIC UNIONS

UNION GÉODÉSIQUE ET GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE
INTERNATIONAL UNION OF GEODESY AND GEOPHYSICS

Bulletin of the International
Association of Scientific Hydrology

Bulletin de l'Association Internationale
d'Hydrologie Scientifique

N° 10

JUNE 1958

JUIN 1958

Published on behalf of

THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SCIENTIFIC HYDROLOGY

by

CEUTERICK

66, RUE VITAL DECOSTER

LOUVAIN (Belgium)

SOMMAIRE

PROPOS DU SECRÉTAIRE	3
--------------------------------	---

PARTIE ADMINISTRATIVE

A. Communications relatives aux réunions et travaux de l'AIHS.	6
I. Symposium de Chamonix	6
II. Symposia « Eau et Régions Boisées » et Lysimètres	10
B. Relations avec l'Unesco. Symposium sur les problèmes de salinité	12
C. Relations avec l'Organisation Météorologique Mondiale	16
I. Une Organisation Centrale pour les activités hydrologiques des Nations Unies	16
II. La Mise en Valeur des Ressources hydrauliques et l'Organisation Météorologiques Mondiale	19
D. Autres Organisations Gouvernementales dépendant des Nations Unies	27
I. Introduction	27
II. Conseil Economique et Social (ECOSOC). Enquête préliminaire sur les Services hydrologiques existants	28
III. Conseil Economique et Social. Coopérative Internationale en matière de mise en valeur des ressources aquifères	29
F. Personalia.	34

PARTIE SCIENTIFIQUE

Otto LANSER. — Réflexions sur les débits solides en suspension des cours d'eau glaciaires	37
J. WEERTMAN. — Transport of boulders by glaciers and ice sheets	44
Dr. C. LEVERT. — Report on two new criteria for optimal networks in climatologist	45
Bibliographie	62
Liste des publications de l'A. I. H. S.	64

REMARKS AND NOTES BY THE SECRETARY

LES PROPOS DU SECRETAIRE

1. This second issue of 1958 (Bulletin No. 10) is particularly important and I beg to draw your attention to the various matters with which it deals.

In addition, in order to facilitate the reading of our bulletins, the various communications will be classified in a manner that we shall try to keep as uniform as possible. In the portion relating to administration and information there will be found the following sections, in the order shown,—

- A. Communications regarding meetings and activities of the I.A.S.H.
- B. Business with U.N.E.S.C.O.
- C. Business with the World Meteorological Organization
- D. Other Organs of and Specialised Agencies related to the United Nations
- E. Non-Governmental Organizations
- F. Personal News
- G. Miscellaneous

As to the scientific portion, the original communications, as far as it is possible to publish such, will be followed by a bibliographical section limited to the most interesting new items of which we may kindly have been informed.

Thus, little by little, a Bulletin will be evolved that the Secretary wishes not to see reduced to his communications alone.

2. As was announced in the previous issue, the question of the possibility of a transformation of the World Meteorological Organi-

1. Ce second numéro de 1958 (Bulletin n° 10) est particulièrement important et je me permets d'attirer votre attention sur les divers points qui y sont présentés.

D'autre part, afin de faciliter la lecture de nos bulletins, les diverses communications seront classées d'un façon que nous essayerons de garder aussi uniforme que possible. On y trouvera, dans l'ordre indiqué, les classifications suivantes de la partie relative à l'administration et à l'information :

- A. Communications relatives aux réunions et Travaux de l'I.A.I.H.S.
- B. Relations avec l'U.N.E.S.C.O.
- C. Relations avec l'Organisation Météorologique Mondiale.
- D. Autres Organisations Gouvernementales dépendant des Nations-Unies.
- E. Organisations non Gouvernementales.
- F. Nouvelles personnelles.
- G. Divers.

Quant à la partie scientifique, nous ferons suivre les études originales (dans la mesure du possible), d'une partie bibliographique limitée aux nouveautés les plus intéressantes qu'on voudra bien nous signaler.

Et ainsi s'organise petit à petit un Bulletin que le Secrétaire voudrait ne pas être réduit à ses seules communications.

2. Comme je l'avais annoncé dans le Bulletin précédent, la question de la possibilité d'une transformation de l'Organisation Météo-

zation (W.M.O.) into a World Meteorological and Hydrological Organization has undergone new developments. You will find in this issue an account of the second meeting of the working party formed by this Organization to study the problem. This account is followed by another, which gives the reactions of the executive committee of W.M.O. on the subject of this matter.

These two documents will enable you to take your bearings to some extent in a domain in which the Bureau would like to feel itself both guided and supported by the National Committees.

The Secretary lays before you in a third document the views of those who have kindly given him an opinion on the question as a whole.

3. The W.M.O. can only become the U.N. specialized agency responsible for hydrology after a decision of the congress which will be convened in 1959. Nevertheless, the Sixth Regional Association of W.M.O. has formed a working party for hydrology which will meet at Warsaw from the 15th to the 20th of September, 1958. You will find in this Bulletin the programme of that meeting.

4. Besides this, the question of water resources engrosses more and more the attention of the numerous bodies linked with U.N.O. We are giving you equally some indications of the developments of this question, although the abundance of subjects to discuss compels us to defer to the next issue the analysis of certain documents of prime importance.

5. You will find also in the following pages preliminary details of the symposia on «Water and

rologique Mondiale (O.M.M.) en Organisation Météorologique et Hydrologique Mondiale a subi de nouveaux développements. Vous trouverez dans ce numéro, un compte-rendu de la seconde réunion du groupe de travail, constitué par cette organisation pour l'étude de la question. Ce compte-rendu est suivi d'un autre qui donne les réactions du Comité Exécutif de l'O.M.M. au sujet de cette affaire.

Ces deux documents vous permettront de faire quelque peu le point dans ce domaine où le Bureau voudrait se sentir à la fois guidé et soutenu par les Comités Nationaux.

Le Secrétaire vous expose dans un troisième document les vues du Bureau et de ceux qui ont bien voulu lui donner un avis sur l'ensemble de cette question.

3. L'O.M.M. ne peut devenir l'Organisation gouvernementale responsable pour l'Hydrologie qu'après décision du Congrès qui sera convoqué en 1959. Toutefois, l'Association Régionale VI de l'O.M.M. a constitué un groupe de travail pour l'hydrologie qui se réunira à Varsovie du 15 au 20 septembre prochain. Vous trouverez dans ce Bulletin le programme de cette réunion.

4. D'autre part, la question des ressources hydrauliques accapare de plus en plus l'attention de multiples organisations gouvernementales liées à l'O.N.U. Nous vous donnons également quelques indications au sujet des développements de ces questions bien que l'abondance de matières nous oblige à reporter au prochain numéro l'analyse de certains documents de première importance.

5. Vous trouverez également dans les pages qui suivent les premières indications relatives aux

Woodlands » and « Lysimeters » which the I.A.S.H. is arranging to take place in Germany in September 1959. The interesting nature of these subjects, specifically hydrological, will not escape you and we hope that National Committees will from now onwards busy themselves in this regard, so that they may contribute both members and material for discussion to the symposia.

6. At the request of the I.U.G.G. our Association has always taken the greatest interest in the work of the Arid zones Committee of U.N.E.S.C.O. Further on will be found some details of the symposium on The Salinity of Ground-Water arranged by the Committee in question and by Iran for next October, at Teheran.

7. The scientific portion of this issue has been slightly expanded. Besides an article of great distinction by Mr. LEVERT, we are able to present the first two studies of Snow and Ice subjects to appear in the Bulletin. In making this publication coincide with the Symposium of Chamonix, we have thought that we could collaborate in the success of that gathering.

symposia sur les « Régions Boisées et l'Eau » et sur les « Lysimètres » que l'A.I.H.S. organise en Allemagne en septembre 1959. Tout l'intérêt de ces sujets, spécifiquement hydrologiques, ne vous échappera pas et nous espérons que les Comités Nationaux s'occuperont dès maintenant de leur participation, en hommes et en études à ces deux symposia.

6. A la demande de l'I.U.G.G.I., notre Association a toujours porté le plus grand intérêt aux travaux du Comité des Zones Arides de l'U.N.E.S.C.O. On trouvera plus loin quelques indications relatives au Symposium sur la salinité des Eaux Souterraines organisé par le Comité en question et par l'Iran à Téhéran en Octobre prochain.

7. La partie scientifique du présent numéro a été quelque peu développée. A côté d'un article de très haute tenue de M. LEVERT, nous pouvons présenter les deux premières études du Bulletin sur les Neiges et Glaces. Nous avons cru qu'en faisant coïncider cette publication avec le Symposium de Chamonix, nous pourrions collaborer au succès de cette rencontre.

PARTIE ADMINISTRATIVE

A. — I. A. S. H.

I. SYMPOSIUM AT CHAMONIX

On the 15th, August, being besieged by numerous enquiries, the Secretary, who is not a glaciologist, found himself compelled to take the initiative in framing a programme. This task had been delayed by the fact that, in accordance with custom, more than half the authors had sent their contributions in July instead of doing so before the 1st June. The Secretary is by nature an impenitent traditionalist but he much wishes, however, that the habit of sending belatedly material for the printer would fall into disuse, because it complicates his work for too much.

Another difficulty is that fine weather is required for trips to the higher mountains. It has therefore seemed prudent to make the programme a flexible one, composed of half-day units. These, except for some fixed features, will follow one another in an order that takes account of the good-will of the elements.

PROGRAMME

MONDAY 15TH SEPTEMBER (*p.m.*)

Opening of the Secretariat.
Registration. Delivery of documents to participants.

One will be able to learn at the hotel the location of the Secretariat.

A. — A. I. H. S.

I. SYMPOSIUM DE CHAMONIX

A la date du 15 Août, assailli de nombreuses demandes, le Secrétaire, qui n'est pas glaciologue, s'est vu dans la nécessité de prendre l'initiative d'établir un programme. Cette tâche avait été retardée par le fait que, conformément à la tradition, plus de la moitié des auteurs ont envoyé leurs contributions en juillet au lieu de le faire avant le 1^{er} juin. Le Secrétaire est, par nature, un traditionnaliste impenitent, mais il souhaite beaucoup cependant que la tradition du retard dans l'envoi des textes à imprimer tombe en désuétude car elle lui complique par trop sa tâche.

Autre difficulté : le beau temps est nécessaire pour les excursions en haute montagne. Il a donc paru prudent de constituer un programme « flottant » constitué d'unités correspondant à des demi-journées. Celles-ci, à part quelques points fixes, recevront une distribution qui sera fonction de la bienveillance des éléments.

PROGRAMME

LUNDI 15 SEPTEMBRE (*après-midi*).

Ouverture du Secrétariat. Inscription. Remise des documents aux souscripteurs.

On s'informerà à l'hôtel de l'endroit où fonctionnera le Secrétariat.

TUESDAY 16TH SEPTEMBER (10 a.m.)

Opening session. Addresses will be given by :

The representative of the President of the Association, who will take the chair at this first session.

The Mayor of Chamonix.

Professor FINSTERWALDER, chairman of the Commission for Snow and Ice, as well as of the Symposium.

Professor FINSTERWALDER will present a historical review of the studies and investigations of the movement of ice. After this opening session the Secretariat will continue to accept registrations and deliver documents.

TUESDAY 16TH SEPTEMBER (2.30 p.m.)

First work session

M. BAUSSART. — Essai de détermination par photogrammétrie de la vitesse superficielle d'un glacier du Groenland.

R. FINSTERWALDER. — Measurement of Ice-velocity by Air Photogrammetry.

W. HOFMANN. — Mesures Géodésiques pour l'analyse relative du comportement d'un glacier.

M.M. GARAVEL & POGGI. — Comportement des glaciers alpins français depuis 1930.

Deuxième séance de travail dont la date sera fixée sur place.

L. TSCHAEN & A. BAUER. — Le mouvement de la partie centrale de l'inlandsis du Groenland.

J.A. JACOBS. — Geophysical Investigations on the Salmon Glacier.

L. LLIBOUTRY. — Etude préliminaire du Glacier de Saint Sorlin.

J.H. ZUMBERGE. — Preliminary Report on the Ross Ice Shelf Deformation Project.

Troisième Séance de travail.

S.E. WHITE. — Preliminary Studies of Motion of an Ice Cliff, Nunatarssuaq, Northwest Greenland 1955.

G.A. AVSIUK. — Certains renseignements sur le mouvement de la glace dans les glaciers du Thian-Chian.

W.H. WARD. — Surface Markers for Ice Movement Surveys.

L.D. DOLGOUCHINE. — Les particularités essentielles morphologiques et les régularités des mouvements des glaciers de la marge de l'Antarctique Oriental.

MARDI 16 SEPTEMBRE. 10 h.

Séance d'ouverture. Y prendront la parole :

— le représentant du Président de l'Association qui présidera cette première séance.

— Monsieur le Maire de Chamonix.

— Monsieur le Professeur FINSTERWALDER, président de la Commission des Neiges et des Glaces et du Symposium.

Monsieur FINSTERWALDER présentera un exposé sur l'historique des études et recherches sur le mouvement de la glace.

Après cette séance d'ouverture, le Secrétariat continuera à prendre les inscriptions et à distribuer les documents.

MARDI 16 SEPTEMBRE. 14 1/2 h.

Première Séance de travail

Quatrième séance de travail.

- L. LLIBOUTRY. — La dynamique de la Mer de Glace et la vague de 1891-1895 d'après les mesures de Joseph Vallot.
J.F. NYE. — A theory of wave Formation in Glaciers.
N. OULIANOFF. — Mouvement des Glaciers.
J. WEESTMANN. — Travelling Waves on Glaciers.
M.F. MEIER. — Vertical profiles of Velocity and Flow Law of Glacier Ice.

Cinquième séance de travail.

- J.W. GLEN. — The Flow Law of Ice.
S. STEINEMANN. — Résultats expérimentaux sur la dynamique de la Glace et leurs corrélations avec le mouvement et la pétrographie des Glaciers.
U. NAKAYA. — Visco-elastic properties of Snow and Ice in Greenland Ice Cap.
M. MATSCHINSKI. — Considérations sur la mécanique de la glace et spécialement des glaciers.
D. TONINI. — Une extension de la loi de continuité aux glaciers.

Sixième séance de Travail.

- U. NAKAYA. — The deformation of single crystals of Ice.
A. RENAUD. — Sur la présence et le rôle des impuretés sur les glaciers.
P.H. SHOUMSKY. — The mechanism of ice straining and its recrystallization.
K. HIGUCHI. — Layer structure of Ice revealed by etching Figures.

Septième séance de travail.

- S.S. VIALOV. — Regularities of Glacial Shields Movement and the theory of Plastic Viscous Flow.
C. AGOSTINELLI. — Sur le mouvement d'un glacier.
V.N. BOGOSLOVSKI. — The temperature conditions (regime) and movement of the Antarctic glacial Shield.
J.M. GROVE. — Some structure associated with rational Flow in compound and Composite Cirque Glacier.
B. LYLE HANSEN and J.K. LANDAUER. — Results of Ice Cap Drill Hole Measurements.

Huitième séance de travail.

- J.K. LANDAUER & T.R. BUTKOVICH. — The Creep Law for Ice.
B.A. BOROVINSKI. — Application des méthodes géophysiques aux investigations du glacier et de la moraine Touyukson.
C.C. LANGWAY jr. — Bubble pressure in Greenland Glaciers.
B. PHILBERTH. — Disposal of atomic fission products in Greenland or Antarctic.

Neuvième séance de travail.

- G.P. RIGSBY. — Fabrics of Glacier and Laboratory deformed Ice.
R.P. SHARP & S. EPSTEIN. — Oxygen-Isotope Ratios and Glacier Movement.
R. MILLECAMP & M. LAFARGUE. — Présentation d'une méthode électroacoustique originale pour l'étude du mécanisme de l'écoulement et des déformations de la glace sur l'épaisseur d'un glacier.
S.S. VIALOV. — Regularities of Ice Deformation (some results of Laboratory researches).

VISITS LOCALLY AND EXCURSIONS

1. A whole day excursion of the Argentière glaciers, with the aid of the French Electricity Authority, is planned.

2. Another whole-day excursion equally is planned, to the glacier known as La Mer de Glace. This outing will be directed by Mr. MILLECAMPS.

3. Further, Mr. LLIBOURTY is arranging a visit to his high-altitude laboratory, now being established, at one hour's easy walk over the permanent snow (névé) at the upper terminus of the cableway of the Aiguille du Midi peak. He will be able to show a hollow («coupe» or «puits») in the névé of the Vallée Blanche, which feeds the Mer de Glace glacier. He very kindly offers to provide dining and sleeping facilities for a dozen participants who can then make a descent to Montanvers the next day, crossing the snow-covered part of the route whilst the snow is still hard.

4. It is known too that a general excursion is planned for the participants and members of their families. It will begin with the cableway of the Aiguille du Midi peak (12,608 ft.); continue with a second one connecting the peak to Italy and then with a third taking the travellers down to Courmayeur where lunch will be eaten. At about 3 p.m. the return journey will be made by coach.

This excursion, intended initially for Sunday the 21st September, may have to have its date altered on account of atmospheric conditions.

5. Finally, Mr. LLIBOURTY has suggested to me an excursion on

VISITES SUR LE TERRAIN ET EXCURSIONS.

1. Une excursion d'un jour est prévue pour Argentière (Glaciers) avec l'appui de l'Electricité de France.

2. Une autre excursion d'un jour est également prévue pour la Mer de Glace. Cette excursion sera dirigée par M. MILLECAMPS.

3. D'autre part, M. LLIBOUTRY organise une visite à son laboratoire d'altitude, en cours d'aménagement, à une heure de marche facile sur le névé de l'arrivée du téléphérique de l'Aiguille du Midi. Il pourra montrer une coupe (puits) dans le névé de la Vallée Blanche (qui alimente la Mer de Glace). Il s'offre très aimablement à faire diner et coucher une douzaine de participants qui descendront le lendemain jusqu'au Montanvers, en traversant la partie enneigée lorsque la neige est encore dure.

4. On sait d'autre part qu'une excursion générale est prévue pour les participants et les membres de leur famille. Elle commencera par le téléphérique de l'Aiguille du Midi (3842), se continuera par le téléphérique reliant cette Aiguille à l'Italie, un troisième téléphérique descendant les voyageurs à Courmayeur où aurait lieu le déjeuner. A 15 h. environ, retour par cars.

Cette excursion prévue à l'origine pour le dimanche 21 septembre, verra peut-être sa date déplacée du fait des conditions atmosphériques.

5. Enfin, M. LLIBOUTRY vient de me proposer une excursion sur

the way back from the symposium, by motor-coach on Thursday the 25th and Friday the 26th september.

First day: Chamonix, Mégève, Col des Atavis, Annecy (with a visit to the town) and Aix les Bains, where the night will be passed.

Second day: Aix les Bains, Chambéry, Chartreuse (monastery), Grenoble (visits to the Neyrpic works, particularly their hydraulic laboratory, and to the university). It will be possible to spend the night at Grenoble. Without the hotel there, the cost should be of the order of 7,500 French francs, but it would increase to about 9,000 French francs with the hotel at Grenoble included.

SUMMARY

From the 16th to the 24th September inclusive, there will, allowing for Sunday the 21st, be 18 half-days available.

One of these half-days will be occupied by the opening session.

Nine other half-days will be devoted to work sessions.

Four whole days will be used for visits locally and the excursion Chamonix - Courmayeur - Geneva - Chamonix.

Several participants and in particular Professor NAKAYA would like to project on a screen films or lantern-slides. These projections will be made either after some of the work sessions or during one or other of the evenings.

II. SYMPOSIA ON «WATER AND WOODLANDS» AND «LYSIMETERS»

at
Hannover - Münden (Germany)

1. It was decided at the Toronto Assembly to hold symposia on

le chemin du retour, par autocar les jeudi 25 et vendredi 25 septembre.

Première journée : Chamonix, Mégève, Col des Aravis, Annecy (visite de la ville), Aix les Bains où l'on passerait la nuit.

Deuxième journée : Aix les Bains, Chambéry, Chartreuse (couvent), Grenoble, visite des usines Neyrpic et particulièrement de son laboratoire hydraulique, visite de l'université). Possibilité de passer la nuit à Grenoble. Sans hôtel à Grenoble, le coût serait de l'ordre de 7.500 f.fr. mais il passerait vers 9.000 f.fr. avec hôtel à Grenoble.

EN RÉSUMÉ :

du 16 au 24 septembre inclus, on dispose compte tenu du dimanche de 18 demi-journées.

1 de ces demi-journées serait occupée par la session d'ouverture.

9 autres demi-journées seraient consacrées aux séances de travail.

4 journées seraient occupées par les visites sur le terrain et l'excursion Chamonix-Courmayeur-Genève.

Plusieurs participants et particulièrement le Professeur NAKAYA voudraient projeter des films ou des diapositives. Ces projections se feront après certaines séances de travail ou pour remplir l'une ou l'autre soirée.

II. SYMPOSIA « EAU ET REGIONS BOISEES » ET « LYSIMETRES »

à
Hannover - Münden - (Allemagne).

1. Il fut décidé à l'Assemblée de Toronto de tenir des symposia

the subjects indicated above in Germany in 1959.

In agreement with the German National Committee, the I.A.S.H. has decided that these symposia shall take place from the 8th to the 11th September at Hannover-Münden, near Kassel in Germany. Excursions will be arranged for the 12th and 13th September.

2. Forthwith we invite National Committees to make contact with those hydrologists who could take part in these symposia.

The Secretary of the I.A.S.H. will accept from the National Committees, up to the 1st March, 1959, the particulars of those who would participate. They should kindly indicate whether they wish to present a paper. If so, they should add to their application the title of the paper and a summary of from 100 to 200 words.

3. The texts of papers should reach the same Secretary before the 1st May 1959, in such a way that the presentation and discussion can occur in the light of the printed texts.

The Secretary insists that each paper shall be limited to 15 pages of typescript (5000 words), including any figures and tables, as well as, in all cases, a short summary in two languages. The authors should kindly reduce photographic illustrations to the strict minimum, suppressing them completely if possible.

4. A registration fee of 10(ten) D.M.(German marks) will be collected.

5. We are thinking of devoting the two days 8th and 9th September to the papers regarding Water and Woodlands, the afternoon of the

avec les sujets indiqués en Allemagne en 1959.

En accord avec le Comité National Allemand, l'A.I.H.S. vient de décider que ces symposia auraient lieu du 8 au 11 septembre 1959 à Hannover-Münden à proximité de Kassel en Allemagne. Des excursions seront organisées le 12 et 13 septembre.

2. Dès à présent, nous invitons les Comités Nationaux à prendre les contacts nécessaires pour rechercher les hydrologues qui pourraient prendre part à ces symposia.

Le secrétaire de l'A.I.H.S. recevra des comités nationaux jusqu'au 1^{er} mars 1959 les adresses de ceux qui participeront aux symposia : ces derniers voudront bien y ajouter s'ils désirent y faire une communication. Dans l'affirmative, ils voudront bien ajouter à leur demande d'inscription le titre de cette communication et un résumé de 100 à 200 mots.

3. Les textes des communications parviendront au même Secrétaire avant le 1^{er} mai 1959, de façon à ce que la présentation et la discussion puissent se faire avec les textes imprimés.

Le Secrétaire insiste pour que le texte soit limité à 15 pages dactylographiées de 5000 mots, y compris les figures et les tableaux. Ce texte comprendra également un court résumé en deux langues.

Les auteurs voudront bien réduire au strict minimum les photographies et même les supprimer complètement.

4. Un droit d'inscription de D.M. 10 sera perçu.

5. Nous pensons consacrer les journées du 8 et du 9 septembre aux communications relatives aux « Régions Boisées et Eau », l'après-

9th being used for an excursion. The two days 10th and 11th September will be devoted to Lysimeters, with an excursion on the afternoon of the 11th.

6. Following on the Symposia, to speak strictly, there will be excursions. The choice may be:

- a) an excursion on the 12th, concerning lysimeters
- b) an excursion on the 12th, concerning water and woodlands
- c) a more extended excursion on the 12th and 13th.

7. The Secretary ventures once again to ask that the requirements stated above shall be observed. His work is without exaggeration increased tenfold by the failures of all kinds by contributors to observe rules, which necessitate unending correspondence. To give you a single example, for the Rome Assembly one author alone caused correspondence amounting to 134 items and covering the repair of torn drawings, additions to drawings, reminders about delays, journeys by the Secretary to take to the post-office extra heavy registered packages, numerous dealings with banks and money-changers, etc, etc.

midi du 9 septembre étant réservé à une excursion. Les journées du 10 et du 11 septembre seront consacrées aux « Lysimètres », une excursion étant organisée l'après-midi du 11.

6. Après les symposia proprement dits, des excursions seront organisées. On pourra choisir :

- a) soit une excursion du 12 septembre (lysimètres)
- b) soit une excursion du 12 septembre (Régions Boisées et Eau)
- c) soit une excursion plus étendue les 12 et 13 septembre.

7. Le Secrétaire se permet encore de demander que les prescriptions ci-dessus soient observées. Son travail est décuplé (sans exagération) par les inobservances de toutes sortes qui nécessitent des correspondances sans fin. Il vous en donnera un seul exemple en vous disant que, pour l'Assemblée de Rome, un seul auteur amena un échange de correspondances portant sur 134 pièces avec réfection de plans déchirés, ajoutés sur les plans, rappels pour retards, déplacements du Secrétaire à la poste pour y prendre des envois recommandés trop lourds, démarches multiples aux Banques et au Service des Changes etc, etc.

B) U. N. E. S. C. O.

THE UNESCO-IRAN SYMPOSIUM ON SALINITY PROBLEMS IN THE ARID ZONES

Teheran, 11-15 October 1958

1. ORIGIN AND AIM OF THE SYMPOSIUM

Under the Arid Zone Programme of Unesco symposia on subjects

COLLOQUE UNESCO- IRAN SUR LES PROBLEMES DE LA SALINITE DANS LES REGIONS ARIDES

Téhéran, 11-15 octobre 1958

1. ORIGINE ET BUTS DU COLLOQUE.

Dans le cadre du programme de l'Unesco relatif à la zone aride,

of topical interest in arid zone research such as Hydrology, Plant Ecology, Wind and Solar Energy or Climatology have been organized each year with the co-operation of Member States.

The Advisory Committee on Arid Zone Research, at its 11th Session, suggested that a symposium should be organized to deal with problems of salinity of land and water especially with reference to the purification of salt water and the utilization of saline water by plants and animals. The Iranian government kindly offered to be host to the symposium the aim of which is to bring together a number of scientists to present and discuss original research papers on these problems.

2. PROGRAMME

The Advisory Committee on Arid Zone Research with the assistance of its sub-committee on salinity problems has drawn up the following programme for the symposium:

(a) Hydrology with reference to salinity.

Papers in this section will deal with such problems as: composition of underground and surface waters and origin of their salinity, artificial managements of the hydrological cycle to prevent salinification, etc.

(b) Physiology of plants and animals in relation to consumption of saline water.

Papers in this section will deal with such problems as: water relations and osmotic effects on plant growth on salt affected soils, mineral nutrition and specific ion effects in plant growth on salt affected soils, tolerance of plants to saline and sodic conditions, plant selection and cropping practices in

des colloques portant sur des disciplines en rapport direct avec les domaines de recherches relatives à la zone aride (hydrologie, écologie végétale, énergie éolienne et solaire, climatologie, etc.) sont organisés chaque année avec le concours de différents Etats membres.

Le comité consultatif de recherches sur la zone aride a proposé lors de sa onzième session l'organisation d'un colloque sur les problèmes de la salinité des sols et de l'eau, et en particulier sur la purification des eaux salines et leur utilisation par les plantes et les animaux. Le gouvernement iranien a bien voulu accueillir ce colloque dont l'objet est de permettre à un certain nombre de savants de se réunir pour présenter et discuter des comptes-rendus de recherches originales sur ces problèmes.

2. PROGRAMMES.

Le Comité consultatif de recherches sur la zone aride a établi pour ce colloque, avec l'aide de son Sous-Comité sur les problèmes de la salinité, le programme ci-dessous :

(a) Hydrologie et salinité.

Les communications présentées dans cette section traiteront de problèmes tels que les suivants : composition des eaux de surface et des eaux souterraines et origine de leur salinité, modifications artificielles du cycle hydrologique pour éviter la salinification, etc.

(b) Rapports entre la physiologie des plantes et des animaux et la consommation d'eaux salines.

Dans cette section seront groupées les communications traitant de problèmes tels que les suivants : l'eau et les effets osmotiques dans la croissance des plantes dans les sols salins, la nutrition minérale et les effets ioniques spécifiques dans la croissance des plantes dans les sols salins, tolérance des plantes en conditions salines ou sodiques :

relation to irrigation water quality, physiology of animals in relation to uptake of salt from water or plants, etc.

(c) Use of brackish water in irrigation with special reference to saline soils.

Papers in this section will deal with such problems as: characteristics of water suitable for irrigation, influence of soil properties on the suitability of brackish waters for irrigation, irrigation practices, land drainage and leaching, soil management and amendment in relation to irrigation water quality, effects of brackish irrigation waters on soils, maintenance of permanent cultivation with brackish irrigation waters, etc.

(d) Demineralization of saline water.

Papers in this section will deal with the latest developments in demineralization of saline and brackish waters by such processes as vaporization with conventional fuels, solar distillation, freezing, electro-dialysis, chemical methods, etc.

3. PARTICIPANTS

The Iranian Government proposes to invite in addition to its own specialists a number of scientists from countries in North Africa, the Middle East and South Asia. Unesco will ensure the participation of a number of scientists from other parts of the world having expert knowledge of the problems under discussion. It is hoped that, in addition, some specialists will be able to attend at their own or their

sélection des espèces et méthodes de culture en fonction de la qualité de l'eau d'irrigation; effets de l'absorption de sels provenant de l'eau ou des des plantes sur la physiologie des animaux, etc.

(c) Utilisation des eaux saumâtres pour l'irrigation avec référence particulière aux sols salins.

Dans cette section seront groupées les communications traitant de problèmes tels que les suivants: caractéristiques des eaux propres à l'irrigation; influence des propriétés du sol sur la possibilité d'utiliser des eaux saumâtres pour l'irrigation; méthodes d'irrigation, drainage et lessivage des sols, traitement et amendements des sols, compte tenu de la qualité de l'eau d'irrigation, action sur les sols des eaux d'irrigation, action sur les sols des eaux d'irrigation saumâtres, possibilité de cultures permanentes avec des eaux d'irrigation saumâtres.

(d) Déminéralisation des eaux salines.

Dans cette section seront groupées les communications traitant des derniers progrès réalisés en ce qui concerne la déminéralisation des eaux salines et saumâtres, par des procédés tels que la vaporisation au moyen de combustibles classiques, la distillation solaire, la congélation, l'électrodialyse, les méthodes chimiques, etc.

3. PARTICIPANTS.

Outre ses propres spécialistes, le Gouvernement iranien se propose d'inviter un certain nombre d'hommes de science originaires de l'Afrique du Nord, du Moyen-Orient et de l'Asie du Sud, tandis que l'Unesco assurera la participation d'experts venant des autres parties du monde. On espère en outre que certains spécialistes pourront aller assister au colloque à leurs propres frais, ou aux frais des établissements

institutions' expense. The total participation shall not exceed 60 persons.

4. PAPERS

The Natural Sciences Department of Unesco, 19 Avenue Kléber, Paris 16^e, will be responsible for the co-ordination and scheduling of contributions so as to achieve a well-balanced programme. Some of the participants invited by Unesco will be asked to present papers of a more general character to serve as an introduction to the various sections.

It is the intention of Unesco to publish the proceedings of the symposium in its Arid Zone Research Series.

5. DATE AND LOCATION

The symposium will be held from Saturday 11 to Wednesday 15 October 1958 inclusive in the premises of the University of Teheran. Meetings will take place morning and afternoon. Simultaneous interpretation from English into French and from French into English will be provided.

6. ORGANIZING COMMITTEE

The Iranian Government has established an Organizing Committee which is responsible for all the local arrangements (reception of participants, accommodation, etc.) The Executive Secretary of the Committee is Prof. H. BEHNIA, Rue Handjani, Avenue Parse, Teheran.

7. STUDY TOUR

A study tour organized by the Iranian Government will follow the symposium and will take the form of three whole-day excursions from Teheran to places of scientific and general interest.

où ils travaillent. Le nombre total des participants sera de 60 au maximum.

4. COMMUNICATIONS.

L'Unesco se propose de publier le compte-rendu des travaux du colloque dans la collection *Recherches sur la zone aride*.

5. DATE ET LIEU DU COLLOQUE.

Le colloque se tiendra du samedi 11 au mercredi 15 octobre 1958 compris, dans les bâtiments de l'Université de Téhéran. Les séances auront lieu le matin et l'après-midi. L'interprétation simultanée de l'anglais en français et du français en anglais sera assurée.

6. COMITÉ D'ORGANISATION

Le Gouvernement iranien a constitué un Comité d'organisation chargé en particulier de prendre sur place toutes les dispositions nécessaires pour accueillir et loger les participants. Le Secrétaire exécutif de ce Comité est le professeur H. Behnia, rue Handjani, Avenue Parse, Téhéran.

7. VOYAGE D'ÉTUDES.

Le colloque sera suivi d'un voyage d'études organisé par le Gouvernement iranien; il s'agira de trois excursions d'une journée chacune, qui permettront aux participants de visiter, en partant de Téhéran, différents sites offrant un intérêt général ou scientifique.

C. — WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION

C. — ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE

I. A CENTRAL OFFICE FOR THE HYDROLOGIC ACTIVITIES OF THE UNITED NATIONS

by
L. J. TISON

Many hydrologists have appreciated that although water programs are pivotal objectives of the diverse specialized agencies of the UN, such as UNESCO, WHO, and FAO, and the regional agencies such as ECAFE, ECE, and ECLA, there has been no central point for hydrology as the common focus of these activities. A good part of the technical assistance program of the UN deals with water, yet there is no specialised agency to conduct this major part of the UN activities. All the water programs use and have need for hydrologic basic data, the products of hydrologic research, and for hydrologic skills. Each agency must, therefore, attempt in its own way to avail itself of hydrologic programming. The situation in hydrology is not as satisfactory as in the meteorological, agricultural, and biological fields, where the WMO, FAO, and WHO offer competent and essentially complete professional services in their respective fields.

I. UNE ORGANISATION CENTRALE POUR LES ACTIVITES HYDROLOGIQUES DES NATIONS UNIES

par
L. J. TISON

Beaucoup d'hydrologues se sont étonnés de qu'en dépit du fait que les questions relatives à l'Eau constituent des objectifs de base pour les diverses organisations spécialisées des Nations Unies, comme l'UNESCO, l'OMM et la FAO, ainsi que de certaines organisations régionales comme l'ECAFE, l'ECE et l'ECLA, il n'existe aucune organisation centrale pour l'hydrologie, organisation qui serait comme le foyer de toutes ces activités. Une bonne partie du programme de l'assistance technique des Nations Unies est relative aux questions de l'Eau et il n'existe cependant aucune organisation spécialisée pour conseiller et même conduire cette activité importante des Nations Unies. Tous les programmes relatifs à l'utilisation de l'eau utilisent et ont un besoin extrême de données hydrologiques de base, des résultats de recherches hydrologiques, de connaissances hydrologiques. De ce fait, chaque organisation doit faire de son mieux pour établir et

The establishment of a world hydrologic organization with responsibilities of establishing guidelines for and promoting the collection of hydrologic data, and for advice and assistance to the UN, the specialized agencies and governments in hydrologic matters would be one way to meet the needs. However attractive such an organization might be to the hydrologic fraternity, one cannot discount the monumental task that would lie ahead in establishing a new agency. But, even so, there is serious question whether it would be desirable. Just as the International Association of Hydrology is associated with other groups of earth scientists through the International Union of Geodesy and Geophysics, there is special merit in joining with related sciences in the UN family. The only other such UN group is the World Meteorological Organization.

A few years ago, several of the staff members (water-resources specialists) of the UN agencies requested that the WMO undertake just this kind of central hydrologic service. In response to this request the WMO established a panel, of which I, in my capacity as Secretary of the LASH, am a member, to examine the proposals more fully and to report their findings. This panel in essence concurred in these proposals, and recommended that the World Meteorological Organization enlarge the scope of its program to include all phases of hydrology, and recommended further that it change its name to reflect its hydrologic role. (See in this Bulletin; The Question of Water Resource Development).

Many hydrologists in various countries favor this move and for several important reasons:

1. It will give the UN specialized agencies the kind of central

rechercher ce qui lui est nécessaire dans ce domaine. La situation en hydrologie ne se présente donc pas sous un jour aussi satisfaisant que dans les domaines météorologique, agricole et biologique où l'OMM, la FAO et l'OMS possèdent dans leur domaine respectif des services professionnels compétents.

La création d'une organisation hydrologique mondiale qui aurait comme mission d'établir des lignes directrices pour la prise et le rassemblement des données hydrologiques tout en donnant avis et assistance dans ce domaine aux Nations Unies, aux organisations spécialisées et aux gouvernements, apparaît comme un des moyens de combler la lacune existante. Cependant, si attirant que puisse être l'établissement d'une telle organisation, on ne peut perdre de vue la tâche monumentale que comporterait cette mise sur pied. Mais même si on fait abstraction de l'énormité de cet effort, on peut se demander si cette création est désirable. Exactement comme l'Association Internationale d'Hydrologie est associée avec d'autres groupes d'hommes de Science pour former l'Union de Géodésie et de Géophysique, on se rend compte qu'on trouverait un avantage certain en rattachant l'Hydrologie à d'autres sciences connexes dans la grande famille des Nations Unies. Le seul autre groupement qui se prête à une telle association est l'Organisation Météorologique Mondiale.

Il y a quelques années, quelques spécialistes en ressources hydrauliques des organisations dépendant des Nations Unies émirent l'avis que l'OMM entreprit l'organisation d'un tel service hydrologique central. A la suite de cet avis, l'OMM établit son groupe de travail, dont je fis partie en ma qualité de secrétaire de l'AIHS, pour examiner cette proposition de façon plus approfondie et pour présenter un

office they need for guidance in hydrologic problems.

2. It will provide the means for stimulating the collection of hydrologic data.

3. It will provide helpful coordination with meteorological science and skills that are needed in solving many hydrologic problems.

4. It will provide a focal point for hydrologists in the several countries for dealing with the UN in hydrologic matters.

These objectives would be accomplished through establishment of a Commission on Hydrology consisting of representatives designated by the several countries, and assisted by trained hydrologists on the staff in the central office in Geneva. The relations of the hydrologic program of the WMO to the International Association of Hydrology would parallel the relations of the Organization to the International Association of Meteorology. There would be no conflict with our Association.

Whether these goals are to be accomplished depends on whether adequate support can be enlisted in the various countries. The subject of hydrology in the WMO will be discussed at the next WMO Congress scheduled for April 1959. In the meantime, each hydrologist is urged to confer with his country's representative in the WMO in support of these proposals.

rapport résumant le résultat des travaux de ce groupe. En principe, le groupe de travail, appuya la proposition faite et recommanda à l'OMM d'élargir son programme pour y inclure tout le domaine de l'hydrologie, en modifiant sa dénomination pour faire apparaître son nouveau rôle hydrologique. Beaucoup d'hydrologues dans de nombreux pays sont en faveur de cet élargissement pour les raisons suivantes :

1. Il donnera aux organisations spécialisées des Nations Unies le bureau central qui leur manque pour les guider dans leurs problèmes hydrologiques.

2. Il stimulera le rassemblement des données hydrologiques.

3. Il amènera une coordination avec la science météorologique, coordination très désirable pour la solution de beaucoup de problèmes hydrologiques.

4. Il dotera les hydrologues des divers pays d'une possibilité d'intervenir dans les questions hydrologiques avec les Nations Unies.

Ces objectifs seront atteints par la création d'une Commission d'Hydrologie comprenant des représentants de divers pays et assistée par des hydrologues chevronnés attachés au Bureau de Genève. Les relations de l'OMM du point de vue hydrologique avec l'AIHS seront parallèles à celles de l'OMM actuelle avec l'AIM. Il n'y aura pas de conflit avec notre Association.

La réalisation de cet élargissement de l'OMM dépend du support que les divers pays donneront à cette proposition. L'adjonction de l'hydrologie à l'OMM sera discutée au prochain congrès de cette Organisation en avril 1959. Entretemps, il est demandé à chaque hydrologue d'intervenir auprès du représentant de son pays à l'OMM pour qu'il soutienne la proposition.

II. WATER RESOURCE DEVELOPMENT

and W.M.O.

a. INTRODUCTION

Information Bulletin No. 4 of the International Association of Scientific Hydrology contained a report of the first session of the WMO Panel on Water Resource Development and also published in full the recommendations adopted by the panel. One of the most important decisions of the panel at this meeting concerned the future role of WMO in hydrology and, in Recommendation 1 (WR-I), it was recommended that WMO should assume responsibilities in hydrology similar to its present responsibilities in meteorology.

After careful study, the ninth session of the WMO Executive Committee decided to support this proposal and directed the Secretary-General to invite the comments of Member Governments of WMO, pointing out the considerations which had led to the proposal and calling attention to its implications. This action was taken by the Secretary-General in the form of a circular letter addressed to WMO Members in November 1957.

The second session of the Panel on Water Resource Development was held at the WMO Secretariat from 24 to 26 March 1958. The primary purpose of this meeting was to advise the Secretary-General on a number of important matters arising from the earlier proposal of the panel concerning WMO responsibilities in the field of hydrology. A short report of the second session of the panel is given below and this is followed by a summary of the

II. LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

et l'O.M.M.

a. INTRODUCTION

Le bulletin n° 4 de l'A.I.H.S. contenait en compte-rendu de la première session du Groupe de Travail constitué par l'O.M.M. pour étudier le problème du développement des Ressources Hydrauliques. Ce numéro reproduisait in extenso les recommandations présentées par ce Groupe de Travail. Une des plus importantes décisions de ce dernier concernait le rôle futur de l'O.M.M. dans le domaine de l'Hydrologie et, par sa recommandation 1 (WR-I), il proposait que l'O.M.M. prenne en Hydrologie des responsabilités analogues à ses responsabilités présentes en Météorologie.

Après étude soignée, la neuvième session du Comité Exécutif de l'O.M.M. décida de donner son appui à cette proposition et demanda au Secrétaire Général d'inviter les Gouvernements membres de l'O.M.M. à présenter leurs commentaires, insistant sur les considérations qui avaient conduit à la recommandation et appelant l'attention sur ses conséquences. Le Secrétaire Général donna suite à cette demande en envoyant, en novembre 1957, une lettre circulaire à tous les membres de l'O.M.M.

La seconde session du Groupe de Travail en question se tint au Secrétariat de l'O.M.M. du 14 au 26 mars 1958. Le but principal de cette session était de donner un avis au Secrétaire Général sur un certain nombre de questions importantes soulevées par la première réunion du Groupe de Travail et concernant les responsabilités de l'O.M.M. dans le domaine de l'Hydrologie.

discussions on hydrology which took place at the tenth session of the WMO Executive Committee.

b. SECOND SESSION OF WMO PANEL ON WATER RESOURCE DEVELOPMENT

As stated above, the panel met in the WMO Secretariat from 24 to 26 March 1958. The meeting was attended by the following members of the panel:

R. Arléry
M. Gilead
M. E. Ivanov
M. A. Kohler
L. J. Tison.

The remaining member, Professor Gilbert White, was unable to attend but submitted written comments on the various agenda items. The United Nations was represented for part of the session by Mr. A. J. Dilloway. Mr. D. A. Davies, Secretary-General of WMO, attended the opening of the session, whilst Dr. K. Langlo and Mr. O. M. Ashford of the WMO Secretariat were present throughout. At the request of the members of the panel, Mr. O. M. Ashford served as Chairman of the session.

Future WMO Programme in Hydrology

The panel considered first the scope of the future WMO programme in hydrology. In this connexion it studied a document summarizing the comments of Members on the proposals made in Recommendation 1 (WR-I) and considered that the replies indicated substantial support for the proposal that WMO should assume responsibilities in hydrology similar to its present

Un court rapport de cette seconde session est donné ci-dessous et il est suivi d'un résumé des discussions sur l'Hydrologie à la dixième session du Comité Exécutif de l'O.M.M.

b. DEUXIÈME SESSION DU GROUPE DE TRAVAIL DE L'O.M.M. SUR LE DÉVELOPPEMENT DES RESSOURCES HYDRAULIQUES.

Comme il est dit ci-dessus, le groupe de Travail se réunit au Secrétariat de l'O.M.M. du 24 au 26 mars 1958. Les membres suivants du Groupe de Travail assistèrent à cette réunion :

R. Arléry
M. Gilead
M. E. Ivanov
M. A. Kohler
L. J. Tison

Un des membres, le Professeur Gilbert White, ne put assister à la réunion mais il envoya des commentaires écrits sur les divers points de l'ordre du jour. Les Nations Unies étaient représentées à une partie de la session par M. A. J. Dilloway. M. D. A. Davis, Secrétaire Général de l'O.M.M. assista à l'ouverture, tandis que le Dr. K. Langlo et M. O. M. Ashford du Secrétariat furent présents à toutes les séances. A la demande des membres du Groupe la présidence de la session fut assurée par M. O. M. Ashford.

Futur Programme hydrologique de l'O.M.M.

Le groupe de Travail a tout d'abord considéré quelle devrait être l'étendue du futur programme de l'O.M.M. en Hydrologie. A cet effet, il a étudié un document résumant les commentaires des Membres au sujet des propositions de la Recommandation 1 (WR-I) et il a estimé que les réponses indiquent un soutien substantiel de la proposition que l'O.M.M. devrait

responsibilities in meteorology. The continued support of the United Nations for this proposal was also noted with great interest. In the face of this evidence the panel saw no reason to revise its earlier proposal. The usefulness of the role which WMO could play in hydrology had already been amply demonstrated by the activities of the Secretariat in this field since Second Congress (1955).

In clarification of its proposal that WMO should accept responsibilities in hydrology, the panel thought it desirable to state that it did not wish to imply that the Organization should become involved in engineering work such as the design of hydraulic structures, nor in the broad-scale planning of water resource development. With regard to amending the WMO Convention, the panel recommended that, in general, the words *meteorology and hydrology* should be substituted for *meteorology* wherever this word appears in the present Convention.

In its future work in hydrology, WMO should maintain its present procedural methods whereby a substantial part of its technical activities are carried out by members of Technical Commissions, panels of experts and working groups on a voluntary basis.

In all its hydrological work, WMO should collaborate closely with the International Association of Scientific Hydrology, which should be recognized as the international body having primary responsibility for research in hydrology.

Another basic principle, which should be made clear to Members in order to avoid any misgivings, is that WMO should not attempt to

assumer des responsabilités en hydrologie analogues à ses présentes responsabilités en météorologie. Le soutien continu accordé par les Nations Unies à cette proposition a également été noté avec grand intérêt. Devant cette constatation le Groupe de Travail n'a vu aucune raison de modifier sa proposition antérieure. L'utilité du rôle que W.M.O. peut jouer en hydrologie a déjà été amplement démontrée par les activités du Secrétariat dans ce domaine depuis le Second Congrès (1955).

Pour préciser sa proposition que l'O.M.M. devrait accepter des responsabilités en hydrologie, le Groupe de Travail a exprimé l'avis que sa proposition n'implique pas que l'Organisation devrait s'occuper de points relevant du domaine de l'ingénieur comme les projets de constructions hydrauliques, pas plus d'ailleurs que dans la planification à grande échelle de la mise en valeur des ressources hydrauliques. En ce qui concerne la modification de la Convention de l'O.M.M., le Groupe de Travail a recommandé qu'en général, les mots *météorologie et hydrologie* soient substitués à *météorologie* partout où ce mot apparaît dans la Convention actuelle.

Dans son futur travail en hydrologie, l'O.M.M. devrait maintenir ses façons de procéder présentes suivant lesquelles une partie substantielle de ses activités techniques sont le fait de prestations volontaires des membres de ses Commissions Techniques, groupes d'experts et groupes de travail.

Dans tout son travail hydrologique, l'O.M.M. devrait collaborer intimement avec l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique qui serait reconnue comme l'organisme international ayant la responsabilité première pour la recherche en hydrologie.

Un autre principe de base qui

impose on Members any particular form of national hydrological service.

The panel was of the opinion that it was essential that a WMO Technical Commission for Hydrology should be established at the earliest opportunity.

The panel was strongly of the view that adequate financial provision should be made at the Third World Meteorological Congress to enable WMO to become a really effective agency in hydrology. There would be serious disadvantages if the Organization were to accept these new responsibilities in hydrology without taking steps to ensure that a useful hydrological programme could be carried out. At the same time the panel felt that the hydrological programme should be built up gradually, following a logical procedure of development.

It suggested the establishment of a hydrological unit in the WMO Secretariat with a minimum staff of six persons and made certain recommendations concerning the gradual recruitment of this staff over the years 1960-1963, as the work of the unit developed. It also drew attention to the need to integrate the new unit into the Secretariat structure in such a way as to ensure full coordination with the other technical activities of the Secretariat. The additional work load that would devolve on other sections of the Secretariat (publications, translation, general services) as a result of the new unit was also pointed out as a factor to be borne in mind when considering the establishment of these sections for the third financial period (1960-1963).

After considering the various items such as travel, meetings, publications, etc., for which funds

devrait être rendu bien clair aux Membres afin d'éviter tout malentendu, est que l'O.M.M. n'essayerait pas d'imposer aux Membres une forme particulière de service hydrologique national. Le Groupe de Travail a exprimé l'opinion qu'il était essentiel que l'O.M.M. crée une Commission Technique pour l'Hydrologie aussitôt que possible.

Le Groupe de Travail fut nettement d'avis que le Troisième Congrès Mondial Météorologique devrait prévoir les moyens financiers pour permettre à l'O.M.M. de devenir une organisation effective en hydrologie. Il y aurait de sérieux inconvénients à ce que l'Organisation acceptât de nouvelles responsabilités en hydrologie sans prendre des mesures pour s'assurer qu'un programme hydrologique utile pût être exécuté. En même temps, le Groupe exprima l'avis que le programme hydrologique devrait être établi graduellement, en suivant une procédure logique de développement.

Il suggéra l'établissement d'une unité hydrologique au secrétariat de l'O.M.M. composée d'au moins six personnes et fit certaines recommandations concernant leur recrutement graduel de 1960 à 1963, en fonction du développement du travail. Il attira aussi l'attention sur la nécessité d'intégrer la nouvelle unité dans la structure du Secrétariat de telle façon qu'il en résulte une coordination pleine et entière avec les autres activités techniques du Secrétariat. Le travail complémentaire qui résulterait de la nouvelle création, et dont la charge viendrait se superposer à celle de la structure actuelle, dans les autres sections du Secrétariat (publications, traductions, services généraux) fut aussi signalée comme un facteur à ne pas perdre de vue lors de la considération de l'établissement de ces sections pour la troisième période financière (1960-1963).

would be required, the panel concluded that the preliminary assessment of an increase of 15% in the WMO budget, mentioned by the Secretary-General in his letter to Members, would provide a reasonable sum for activities in hydrology during the third financial period.

Present WMO Programme

The panel also considered the present WMO programme in hydrology. It was felt that the development of international standards for the following purposes was of major importance:

- (i) Hydrological observations and networks, including hours of observation and the units used;
- (ii) The routine exchange of hydrological data and forecasts;
- (iii) Codes to be used for this exchange where the data are required urgently, for example, between countries having a common river;
- (iv) Forms of hydrological year-books.

However, the implementation of these items of the programme, together with the preparation of Technical Regulations and guides on international practices in hydrology and the incorporation of special maps for the use of hydrologists in the World Climatic Atlas and in Regional Climatic Atlases, would have to await the establishment of a Commission for Hydrology.

Collaboration with other organizations in the preparation and publication of a hydrological terminology was also important, as considerable confusion exists in this matter at present. WMO should

Après avoir pris en considération les divers points comme les déplacements, les réunions, les publications, etc., pour lesquels des fonds sont nécessaires, le Groupe de Travail a estimé que l'augmentation de 15 % du budget de l'O.M.M. mentionnée par la lettre du Secrétaire Général aux Membres devait être considérée comme raisonnable pour les activités en hydrologie pour la troisième période financière.

Programme actuel de l'O.M.M.

Le groupe de travail a aussi pris en considérations le programme actuel de l'O.M.M. en hydrologie. Il a estimé que l'établissement de normes internationales pour les objets suivants était d'importance majeure :

- I. Observations hydrologiques et réseaux, en y comprenant les temps d'observation et les unités à employer;
- II. L'échange des résultats d'observations et des prévisions hydrologiques;
- III. Codes à utiliser pour cet échange, où ces données doivent être transmises d'urgence, par exemple, entre des pays ayant une rivière commune;
- IV. Forme à donner aux annuaires hydrologiques.

Toutefois, le passage à l'exécution pour ces divers points du programme, ainsi que la préparation de règles et guides techniques pour le travail hydrologique, comme l'incorporation de cartes spéciales pour hydrologues dans l'Atlas Mondial Climatique et dans les atlas régionaux climatiques devraient attendre l'établissement d'une Commission hydrologique.

La collaboration avec d'autres organisations pour la préparation et la publication d'une terminologie hydrologique devraient être considérée comme importantes, car une certaine confusion existe actuelle-

continue to collaborate in this work which is now being coordinated by UNESCO.

For the immediate future, bearing in mind the limited resources of the Secretariat, the panel felt that first priority should be given to the preparation of technical notes on various aspects of hydrology, such as, for example, the methods used in hydrological forecasting, and to the organization of international symposia and training seminars.

The panel noted the plans for holding a joint ECAFE-WMO seminar in 1959. Both the subjects proposed, namely the design of hydrological networks and methods to be used in the absence of adequate basic hydrological data, were considered to be of great importance in the ECAFE region. It was felt that they could both be usefully covered in a single seminar of not more than 3-week's duration. In working out the details of this seminar, the Secretary-General would of course be able to benefit from the experience gained in the Belgrade Seminar, a report on which will be found in the WMO Bulletin (Vol. VII, No. 1, p. 10).

C. TENTH SESSION OF THE WMO EXECUTIVE COMMITTEE

At the tenth session of the Executive Committee, held in Geneva in April/May 1958, consideration was given to the report of the second session of the Panel on Water Resource Development and to the comments received from Members concerning WMO's future responsibilities in hydrology. There was considerable divergence of opinion as to how far WMO should accept responsibilities in hydrology, and it was noted in this connexion that action is being taken by the United

States in the matter. L'O.M.M. devrait collaborer à ce travail qui est actuellement coordonné par l'UNESCO.

Pour le futur immédiat, compte tenu des ressources limitées du Secrétariat, le Groupe de Travail a estimé que la première priorité devrait être donnée à la préparation de notes techniques sur des aspects variés de l'hydrologie comme, par exemple, les méthodes utilisées dans les prévisions hydrologiques et dans l'organisation de symposia internationaux et de séminaires d'entraînement. Le groupe de Travail a pris note des projets de tenir un séminaire mixte ECAFE/OMM en 1959. Les deux sujets proposés, notamment les projets de réseaux hydrologiques et les méthodes à utiliser en l'absence de données hydrologiques adéquates sont tous deux considérés comme étant de grande importance dans la région de l'ECAFE. Il a été estimé que ces deux sujets ensemble n'exigeraient qu'un seul séminaire d'une durée de 3 semaines. En mettant au point les détails de ce séminaire, le Secrétaire Général pourrait s'inspirer du séminaire de Belgrade qui a donné lieu à un rapport qui a paru dans le Bulletin de l'O.M.M. (Vol. VII, N° 1, p. 10).

C. DIXIÈME SESSION DU COMITÉ EXÉCUTIF DE L'O.M.M.

Le rapport de la deuxième session du Groupe de Travail sur la mise en valeur des ressources hydrauliques a été pris en considération à la dixième session du Comité Exécutif tenue à Genève en avril/mai 1958, qui étudia également les commentaires, reçus des Membres, au sujet des responsabilités futures de l'O.M.M. en hydrologie. Des divergences considérables d'opinions se manifestèrent sur le point de savoir jusqu'où l'O.M.M. devrait accepter des responsabilités en

Nations Administrative Committee on Co-ordination to allocate primary responsibilities between the interested agencies in the field of hydrology. The majority of the Committee believed that WMO should adopt a broad initial approach to this question, bearing in mind that it was difficult to foresee all the possible future relationships between meteorology and hydrology. A minority felt that WMO's hydrological activities should be strictly limited to the common ground between meteorology and hydrology.

The Committee finally agreed unanimously to recommend that WMO's future policy should be that, in addition to those aspects which fall within the common ground of meteorology and hydrology (precipitation and evaporation), WMO should accept responsibilities in all other aspects of hydrology which involve meteorological considerations. It was also generally agreed to support the view that a WMO Technical Commission for Hydrology should be established at Third Congress. It was further decided not to make any recommendations to Congress concerning the necessity of amending the Convention. The following terms of reference were proposed for the Technical Commission:

(a) The formulation of observational requirements for hydrology, including location and distribution of stations, times of observation and the units to be used;

(b) The formulation of requirements for the international routine exchange and dissemination of hydrological data, forecasts and warnings;

(c) The formulation of requirements for the arrangement of climatological data to meet the needs of hydrology;

hydrologie et il fut noté à cette occasion que le Comité consultatif de coordination des Nations Unies prend actuellement des mesures au sujet du partage des responsabilités fondamentales entre les organisations s'intéressant à l'hydrologie. La majorité du Comité fut d'avis que l'O.M.M. devrait, pour commencer, aborder la question d'un point de vue général, sans perdre de vue le fait qu'il est difficile de prévoir toutes les relations qui pourront s'établir à l'avenir entre la météorologie et l'hydrologie. Une minorité du Comité a estimé que les activités de l'O.M.M. dans le domaine de l'hydrologie devraient se limiter rigoureusement au domaine commun à la météorologie et à l'hydrologie.

Finalement, le Comité a décidé à l'unanimité de recommander la politique future suivante pour l'O.M.M. : outre les aspects qui touchent à la fois à la météorologie et à l'hydrologie (précipitations et évaporation), l'O.M.M. devrait assumer des responsabilités pour tous les autres aspects de l'hydrologie qui impliquent des considérations météorologiques. Le Comité Exécutif a décidé également, dans l'ensemble, de se rallier au point de vue selon lequel une Commission d'hydrologie de l'O.M.M. devrait être instituée au troisième Congrès. Il fut aussi décidé de ne faire aucune recommandation au Congrès sur la nécessité de modifier la Convention. La Commission d'hydrologie serait compétente pour :

a) L'expression des besoins de l'hydrologie en matière d'observations, notamment en ce qui concerne l'emplacement et la répartition des stations, les heures d'observation et les unités à employer;

b) l'expression des besoins pour l'échange international régulier et la diffusion des observations, des avis et des prévisions hydrologiques;

(d) Studies of methods of hydrological forecasting;

(e) The development of international standards in hydrology.

After considering the financial implications of such an extended programme in hydrology, the Executive Committee confirmed the views expressed by the panel that an increase of 15% in the WMO budget, based on the maximum expenditure authorized for the second financial period, would provide a reasonable sum for the new hydrological activities.

Conclusion

The recommendations of the tenth session of the WMO Executive Committee on the future activities in the field of hydrology will be submitted to the Third World Meteorological Congress which is to be held in Geneva in April 1959. This body will therefore be responsible for deciding on the programme to be carried out by the Organization in the years 1960-1963.

c) L'expression des besoins qui concerne le traitement des données climatologiques pour satisfaire aux besoins de l'hydrologie;

d) L'étude des méthodes de prévision hydrologique;

e) L'élaboration de normes internationales pour l'hydrologie.

Après considération des répercussions financières d'une telle extension de programme en hydrologie, le Comité Exécutif a confirmé les vues exprimées par le Groupe de Travail qu'une augmentation de 15 % du budget de l'O.M.M., basé sur les dépenses maxima autorisées pour la seconde période financière, donnerait une somme raisonnable pour les nouvelles activités hydrologiques.

Conclusion

Les recommandations de la dixième session du Comité Exécutif de l'O.M.M. sur les activités futures dans le domaine de l'hydrologie seront soumises au troisième Congrès Météorologique Mondial qui se tiendra à Genève en avril 1959. Ce Congrès aura par conséquent à décider ce qui devra être inclus dans le programme à être exécuté par l'Organisation dans les années 1960-1963.

D. — OTHER ORGANS OF THE UNITED NATIONS

D. — AUTRES ORGANISATIONS DES NATIONS-UNIES

I. INTRODUCTION

The problems set by the development of water resources engage increasingly the attention of the United Nations. Under heading (C) we have already examined certain purely hydrological aspects of these problems.

They are however in total range much larger matters and their technical, political, social and economic aspects are of fundamental character. Even so, these latter cannot be considered except on the basis of their physical circumstances, which brings us back to hydrology.

We take therefore the view that the development of these questions ought to be studied by hydrologists of whom a good number are so situated that they can take an interest in the technical problems which are not within the domain proper of scientific hydrology. We think moreover that they as well as the remainder also could interest themselves in the various aspects mentioned above.

We have then thought it necessary to keep you aware of what is happening in United Nations circles in this domain.

You will find in this Bulletin an analysis of a document about a

I. INTRODUCTION

Les problèmes posés par le développement des Ressources en Eau retiennent de plus en plus l'attention des Nations-Unies. Sous le littéra C, nous avons déjà examiné certains aspects purement hydrologiques de ces problèmes.

Mais ceux-ci sont en fait beaucoup plus larges et leurs aspects techniques, politiques, économiques et sociaux sont primordiaux. Mais ces derniers points de vue ne peuvent être envisagés qu'en se basant sur l'aspect physique de ces divers problèmes, ce qui nous ramène à l'hydrologie.

Nous estimons donc que les développements de ces questions doivent être suivis par les hydrologues dont bon nombre ont une formation leur permettant d'ailleurs de s'intéresser aux problèmes techniques qui ne sont pas du domaine propre de l'hydrologie scientifique. Nous estimons d'ailleurs que tout aussi bien que d'autres, ils peuvent être intéressés par les divers aspects énumérés ci-dessus.

Nous avons donc cru nécessaire de vous tenir au courant de ce qui se fait dans les cercles des Nations-Unies dans ce domaine.

Vous trouverez dans ce bulletin une analyse d'un document

preliminary enquiry as to the existing hydrological services and a summary of a document that shows what has been done by the organs and agencies of the United Nations to promote international co-operation in the development of water resources.

We should have liked to tell you also about another document, «Integrated River Basin Development». The importance of this publication is such that we have preferred to give you a sufficiently detailed review of it in the next issue, in which more space will be available.

II. ECONOMIC AND SOCIAL COUNCIL (ECOSOC)

Preliminary enquiry as to existing hydrological services

At the twenty-fifth session of the above Council the Secretary-General submitted a report giving the results of the enquiry in question. This enquiry had been made the subject of a questionnaire that we have reproduced in Bulletin No. 4.

The report, numbered E/3070 and dated the 4th march 1958, deals with the following points :

1. Structure of the hydrological services

In numerous countries these services are dispersed amongst several organizations (irrigation, water power, navigation, etc.), often without mutual coordination. Whenever a body specialising in hydrology exists, its terms of reference vary greatly from one country to another. In a very restricted number of countries, the hydrolo-

relatif à une enquête préliminaire sur les services hydrologiques existants et un autre résumé d'un document exposant tout ce qui a été fait par les organisations des Nations-Unies pour la coopération internationale en matière de mise en valeur des ressources aquifères.

Nous aurions voulu vous présenter également un autre document sur l'«Integrated River Basin Development». L'importance de cette publication est telle que nous avons préféré vous en donner une analyse assez détaillée dans le prochain Bulletin dans lequel nous disposerons de plus de place.

II. CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL (E.C.O.S.O.C.)

Enquête préliminaire sur les services hydrologiques existants.

Lors de la vingt-cinquième session du Conseil Economique et Social, le Secrétaire Général presenta un rapport donnant les résultats d'une enquête préliminaire sur les services hydrologiques existants. Cette enquête avait fait l'objet d'un questionnaire que nous avons reproduit dans le Bulletin.

Ce rapport en date du 4 mars 1958 sous le numéro E/3070 comprend les points suivants :

1. Structure des Services hydrolo- giques

Dans de nombreux pays, ces services sont éparpillés dans de multiples organismes (irrigation, forces hydrauliques, navigation etc.) bien souvent sans coordination entre eux. Quand il existe un organisme s'occupant d'hydrologie, ses attributions varient fortement d'un pays à l'autre. Dans un nombre très restreint de pays, les services

gical and meteorological services are unified.

2. *Current hydrological problems.*

The response to the enquiry shows that the hydrological data are collected in a very uneven manner, as much in the density of the stations as in the character of the observations made at them. Many replies from under-developed countries ascribe this to the lack of specialists and to financial difficulties in obtaining instruments.

3. *Conclusions*

In concluding his report, the author considers what could be done to remedy this situation.

In appendices are the text of the questionnaire mentioned above and of the replies in full of the different countries.

III. ECONOMIC AND COUNCIL (ECOSOC)

International co-operation in the developments of water resources

At the twenty-fifth session of this Council there was submitted also the third biennial report of the Secretary-General.

In response to instructions from the Council, the Secretary-General laid before it the following papers—

a) a report on hydrological services (E/3070) of which we have given a brief account in section II above.

b) a report on integrated river basin development (E/3066) that we shall review in the next issue.

hydrologiques et météorologiques constituent un service unique.

2. *Problèmes hydrologiques actuels.*

La réponse à l'enquête montre que les données hydrologiques sont recueillies d'une façon très inégale tant par le nombre très variable de stations que par la nature même des données recueillies. De nombreuses réponses de pays sous-développés mettent en cause le manque d'experts et les difficultés financières pour se procurer les instruments.

3. *Conclusions*

Dans les conclusions, l'auteur du rapport envisage ce qui pourrait être fait pour remédier à cette situation.

En annexes du document qui vient d'être analysé, on trouvera le texte du questionnaire qui a servi de base à l'enquête (reproduit comme nous l'avons dit dans notre Bulletin n° 4.) et les réponses in extenso des différents pays.

III. CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL

Coopération Internationale en matière de mise en valeur des ressources aquifères.

A la vingt-cinquième session de ce Conseil fut également présenté le troisième rapport biennal du Secrétaire Général.

Répondant aux instructions du Conseil, le Secrétaire Général lui soumet les documents suivants :

a) un rapport sur les services hydrologiques (E/3070) dont nous avons donné un résumé succinct au paragraphe II.

b) un rapport sur l'aménagement intégré des bassins fluviaux (E/3066) que nous analyserons dans le Bulletin suivant.

c) report (E/3071) dated the 10th March 1958, recalling the steps taken by the United Nations in the domain of international co-operation in the development of water resources. This report deals with the following matters:

1. ACTIVITIES OF MEETING OF INTER-GOVERNMENTAL AGENCIES AS TO HYDROLOGICAL QUESTIONS.

These meetings took place in July 1956 and November 1957. They were chiefly concerned with the following questions:

(a) the necessity for establishing a precise terminology. Unesco was required to take the initiative in this field, in co-operation with the various bodies concerning themselves with the matter. The need of more definite bases for the compilation of statistics was revealed as being also very pressing, this having been brought to light particularly by a report on the industrial use of water.

(b) the demineralising of saline water, for which a programme has been prepared by Unesco, in its research plans for arid zones.

(c) the industrial use of water. A report E/3058 on this question was prepared, emphasising the dangerously growing character of industrial water consumption. However whatever the interest of the data collected in this respect, one cannot too strongly insist on the need to establish norms for their compilation, since the quantities quoted by the mining and manufacturing industrial consumers and the thermal power-stations do not bend

c) un rapport du 10 mars 1958 sous le numéro E/3071 rappelant les actions entreprises par les Nations-Unies dans le domaine de la coopération internationale pour la mise en valeur des ressources hydrauliques.

Ce rapport E/3071 s'étend sur les trois points repris ci-dessous : (le point 4. est relatif aux annexes de ce rapport).

1. *Travaux des réunions interorganisations sur les questions d'hydrologie.*

Des réunions interorganisations gouvernementales eurent lieu en juillet 1956 et en novembre 1957. Elles se sont notamment occupées des questions suivantes :

a) de la nécessité d'établir une terminologie précise. L'Unesco fut chargée de prendre l'initiative dans ce domaine en coopération avec les diverses organisations s'occupant de ces questions. La nécessité de trouver des bases plus certaines pour l'établissement des statistiques s'est aussi révélée très pressante. (ce fait a particulièrement été mis en lumière lors de l'établissement d'un rapport sur l'utilisation industrielle des eaux).

b) de déminéralisation des eaux salées, pour laquelle un programme a été établi par l'Unesco (dans son projet de recherches sur la zone aride).

c) de l'utilisation industrielle des eaux. Un rapport E/3058 a été établi sur cette question, mettant l'accent sur le caractère dangereusement croissant de la consommation industrielle. Cependant quel que soit l'intérêt des données recueillies dans ce domaine, on ne peut assez insister sur la nécessité d'établir des normes pour leur rassemblement, car les chiffres fournis par les consommations des industries minière et manufacturière et les centrales ther-

themselves to comparative studies.

(d) water pollution. The examination of this problem has revealed the need for some flexibility of mind in establishing and planning of regulation in this field.

2. ACTIVITIES OF THE U.N.O. SECRETARIAT IN THE DOMAIN OF WATER RESOURCES, 1950-53.

The report describes the activities of various bodies related to the United Nations and particularly of

a) the Economic Commission for Asia and the Far East (E.C.A.F.E.) Besides its studies of the Lower River Mekong, it has made flood control studies, country by country, and published them. It has promoted the meeting in December 1957 at Manila of the third technical regional conference about the development of water resources. This dealt with actual programmes, the weakness displayed in the available hydrological information, the ratio of labour to material in earthwork operations, and the respective parts played by State and private organizations. Various publications of this Commission are mentioned further on.

b) the Economic Commission for Europe, which is particularly concerned with methods of evaluation of water resources.

c) the Economic Commission for Latin America, which has undertaken a preliminary enquiry as to the situation of the power and hydraulic resources in this region. The enquiry has begun with a pilot-investigation in Chili.

3. CONCERTED ACTION AND PRIORITIES.

Such action could be taken in

miques ne se prêtent pas à la comparaison.

d) de la pollution des eaux L'étude de ces problèmes a montré la nécessité d'une certaine souplesse d'esprit dans l'établissement et l'application d'une réglementation dans ce domaine.

2. *Activité du Secrétariat de l'O.N.U. dans les domaines des ressources hydrauliques. (1950-1953)*

Le rapport expose les activités des diverses organisations des Nations-Unies et particulièrement de :

a) la Commission Economique pour l'Asie et l'Extrême-Orient (E.C.A.F.E.). A côté de ses études sur le Mékong inférieur, le bureau pour la défense contre les inondations a publié des études pays par pays. L'E.C.A.F.E. a provoqué la réunion de la troisième Conférence Technique Régionale sur la mise en valeur des ressources hydrauliques, qui s'est réunie en décembre 1957 à Manille, traitant des programmes actuels, de la faiblesse que présentent les renseignements hydrologiques, du rapport main d'œuvre-matériel dans les travaux de terrassement, du rôle respectif des organismes d'état et privés. Diverses publications de cette Commission sont mentionnées plus loin.

b) la Commission Economique pour l'Europe qui s'est particulièrement occupée des méthodes d'évaluation des ressources hydrauliques.

c) la Commission Economique pour l'Amérique latine, qui a entrepris une enquête préliminaire sur la situation des ressources énergétiques et hydrauliques dans cette région. L'enquête a commencé par une étude-pilote au Chili.

3. *Action Concertée et Priorités.*

Cette action pourrait se manifester dans le domaine des Eaux

the domain of ground-water, and in the struggle against water pollution. Appendix 2 of report E/3071 lists the tasks which U.N.O. could shoulder in the struggle mentioned above.

Nevertheless reports E/3066 and E/3070 show that the most urgent question is that of the co-ordination of hydrological services. We dwell particularly upon this this matter under heading (C), relating to the World Meteorological organization.

In the same way, the review of report E/3066 that we shall give in our next issue excuses us from dwelling here upon the question of the integration of such of the organs of and specialised agencies related to the United Nations as are concerned with water resources.

4. Of the several appendices of report E/3071 we draw attention elsewhere (in III. 3) to appendix 2 regarding the struggle against pollution.

Appendix 3 recapitulates the activities undertaken in the domain of water resources by U.N.O. and its associated agencies and other bodies.

There can be no question of including in this summary the list of conferences, working parties, study circles, investigations and researches, which are included in these activities, although many of them have been mentioned either in this issue or in the notes published in this issue and earlier ones on certain activities of Unesco and W.M.O.

We think however that a list of some publications of U.N.O. and of its associates in the realm of water could interest our readers. We give for each such publication both the serial number and the sales number allotted by U.N.O.

Souterraines et dans la lutte contre la pollution des Eaux. L'annexe 2 au rapport E/3071 énumère les travaux dont l'O.N.U. pourrait se charger dans le domaine de la lutte contre la pollution des Eaux.

Toutefois, les rapports E/3066 et E/3070 montrent que la question la plus urgente est celle de la co-ordination des services hydrologiques. Nous nous étendons particulièrement sur cette question dans la rubrique réservée à l'Organisation Météorologique Mondiale.

De même, l'analyse du rapport E/3066 que nous donnerons dans le prochain Bulletin nous dispense de nous étendre sur la question de l'intégration des services de l'O.N.U. qui s'intéressent aux ressources hydrauliques.

4. Annexes.

Des différentes annexes à ce rapport E/3071, nous avons déjà attiré l'attention sur l'annexe 2 relative à la lutte contre la pollution.

L'annexe 3 récapitule les travaux actuellement entrepris dans le domaine des ressources hydrauliques par l'O.N.U. et les institutions qui s'y rattachent.

Il ne peut être question dans ce résumé de reprendre la liste des conférences, groupes de travail, cycles d'études, études et recherches entreprises qui rentrent dans ces travaux : en fait, bien de ces activités sont mentionnées dans ce qui précède et dans les notes publiées dans ce Bulletin et les Bulletins antérieurs sur certaines activités de l'U.N.E.S.C.O. et de l'O.M.M.

Nous croyons cependant qu'une liste de certaines des publications de l'O.N.U. et de ses institutions dans le domaine de l'Eau peut intéresser nos lecteurs. Nous donnons pour chacune de ces publications son numéro d'ordre et son numéro de vente par l'O.N.U.

1. Proceedings of the Second Technical Regional Conference for the utilisation of water resources (ST/ECAFE/SER.F/9 and Sales No. 1956.II.F.3)
2. Utilisation of water resources in Burma, India and Pakistan (ST/ECAFE/SER.F/11 and Sales No. 1956.II.F.8)
3. Flood Control Journal. A quarterly review concerned with the countries served by ECAFE, the Economic Commission for Asia and the Far East.
4. Integrated River Basin Development, to be reviewed in our next issue. (E/3066 and Sales No. 58.VI.B.3)
5. Utilisation of the water resources of the Lower Mekong basin. Report of a group of experts (ST/ECAFE/SER.F/12 and Sales No.1957.II.F.8)
6. La energia en America Latina (Sales No.1957.II.0.2)
7. Industrial utilisation of water (E/3058 and Sales No.58.II.B.1).
8. Utilisation of saline waters. 2nd edition. Published by Unesco.
9. Glossary of the hydrological terminology in use in Asia and the Far East. (ST/ECAFE/SER. F/10 and Sales No.1956.II.F.7)
10. Irrigation lifting machines. Collection: Progress and Development. Pamphlet No. 60 (Food and Agriculture Organization)
11. Multilingual Glossary of Sanitation (World Health Organization).

A concluding portion of Appendix 3 gives a list of the various types of help provided, in the form of experts; services, refresher courses, equipment and loans.

1. Procès verbaux de la 2^e Conférence Technique Régionale pour la mise en valeur des ressources hydrauliques. (ST/ECAFE/SER. F/9) et N° de vente 1956. II. F.3.
2. Mise en valeur des ressources hydrauliques en Birmanie, en Inde et au Pakistan. (ST/ECAFE/SR. F/11 et N° de vente 1956.II.F.8.)
3. Flood Control Journal.
Revue paraissant chaque trimestre et relative aux pays de la région de l'ECAFE (Commission Economique pour l'Asie et pour l'Extrême-Orient)
4. Aménagement intégré des bassins Fluviaux. Nous donnerons dans le prochain Bulletin une analyse de cette étude. (E/3066, N° de vente 58.VI.B.3.)
5. Mise en valeur des ressources hydrauliques du bassin du Bas-Mékong. — Rapport d'un groupe d'experts. (ST/ECAFE/SER.F/12 et N° de vente 1957.II.F.8.)
6. La energia en America Latina. (N° de vente 1957.II.0.2.)
7. Utilisation industrielle des Eaux. (E/3058 et N° de vente 58.II.B.I.)
8. Utilisation des Eaux salines. — 2^e édition publiée par l'Unesco.
9. Glossaire de la terminologie hydrologique en usage en Asie et en Extrême-Orient. (ST/ECAFE/SER. F/10 et n° de vente 1956.II. F.7.
10. Machines à élever pour l'irrigation. — Collection : Progrès et mise en valeur. Cahier N° 60 (F.A.O.)
11. Glossaire multilingue de l'assainissement (O.M.S.).

Une dernière partie de cette annexe 3 donne la liste des diverses formes d'assistance fournie sous la forme de services d'experts, de cours de perfectionnement, de matériel et de prêts.

F. - PERSONALIA

We have expressed in the preceding issue our wish to provide this new section, provided that our members will kindly send us whatever news they think ought to be brought to the notice of our readers. Perhaps this statement passed unnoticed, since we have not received any such news.

We have therefore had to limit the section to what we have learnt personally.

The Secretary would like to remark once again that the Bulletin is that of the whole I.A.S.H. and not that of its Secretary.

Honour to whom honour is due! We begin this chronicle by announcing that a former president of the I.A.S.H. has recently been honoured by the award to him of the William Bovie Medal.

The whole Association offers to Professor J.T. THUSSE its warmest congratulations on the occasion of this tribute, whose high standing will be appreciated by one and all. The Secretary adds thereto his personal and most friendly tribute. He is very happy to be able to say that the health of Professor THUSSE which had shown some signs of failure in the new year, is once again excellent, to the great pleasure of the entire I.A.S.H.

The Italian Committee of Scientific Hydrology has been reconstituted as follows:

Chairman: Prof. P. FROSINI

Members: Messrs, the Professors F. ARREDI, G. DE MARCHI, G. DI RICCO, L. GHERARDELLI, M. GIANDOTTI, M. GORTANI, E. MALESANI, D. TONINI, M. VANNI, M. VISENTINI; Messrs. the Engi-

F. - PERSONALIA

Nous avons exprimé dans le Bulletin précédent notre désir de présenter cette rubrique nouvelle, pourvu que nos membres veuillent bien nous communiquer ce qu'ils estimaient devoir être porté à l'attention de nos lecteurs. Peut-être cet avis est-il passé inaperçu, car nous n'avons reçu aucun avis.

Force nous a été de réduire cette rubrique à ce que nous avons appris personnellement.

Le Secrétaire peut-il à cette occasion faire remarquer, une fois de plus, que ce Bulletin est celui de toute l'A.I.H.S. et non celui de son Secrétaire.

A tout Seigneur, tout Honneur ! Nous commençons cette chronique en annonçant qu'un ancien président de l'A.I.H.S. vient de se voir honoré par l'attribution de la William Bovie Médal :

Toute l'Association présente au Professeur J. T. THUSSE ses plus cordiales félicitations à l'occasion de cet hommage dont chacun apprécie la haute valeur. Le Secrétaire y joint son très amical hommage personnel. Il est très heureux de pouvoir dire que la santé du Professeur THUSSE qui avait présenté quelques symptômes de défaillance au début de l'année, est à nouveau resplendissante à la grande satisfaction de toute l'A.I.H.S.

Composition du Comité d'Hydrologie Scientifique Italien.

Ce comité a été reconstitué comme suit :

Président : Prof. P. FROSINI

Membres : Messieurs les Professeurs F. ARREDI, G. DE MARCHI, G. DI RICCO, L. GHERARDELLI, M. GIANDOTTI, M. GORTANI, E. MALESANI, D. TONINI, M. VANNI,

neers C. DRIOLI, J. GAZZOLO, M. ROSETTI, G. MARCHETTI. The last named will be in charge of the Secretariat.

We profit by this occasion to tell Professor M. VISENTINI how much we have appreciated his work in the hydrological domain. We offer our best wishes that he may long continue to be actively one of us.

We are happy to find again in the list the name of Professor G. DE MARCHI who was one of the guardians of the infant International Association and who helped so much in its development. His appointment at Toronto as Honorary President is but a feeble tribute to all that he has done.

In Professor Dino TONINI we find with satisfaction one of the actual pillars of our Association, which has made him one of its Vice-Presidents.

As to Prof. P. FROSINI, it gives us much pleasure to offer him our congratulations and good wishes on his accession to the chairmanship. He equally is one of the elder statesmen of the Association. Our personal experience makes us realise that the Secretary, Engineer G. MARCHETTI, is assuming a burden rather than an honorary post. We congratulate him on having accepted the task and wish him all success.

All the other members of the Italian committee are well known to the readers of I.A.S.H. publications for their articles of high scientific standard in the various fields that interest us. If I had more space, it would be a very great satisfaction for me to tell of their merits here; they will lose nothing by waiting.

Professor Ray K. LINSLEY has ended his stay in Great Britain, where he has been engaged in scientific studies at the Imperial

M. VISENTINI; Messieurs les Ingénieurs C. DRIOLI, T. GAZZOLO, M. ROSETTI, G. MARCHETTI. Ce dernier assure le Secrétariat.

Nous profitons de cette occasion pour dire au Professeur M. VISENTINI combien nous avons apprécié son action dans le domaine hydrologique. Nous faisons les meilleurs vœux pour qu'il puisse continuer longtemps encore à être activement des nôtres.

Nous sommes heureux de retrouver dans cette liste le nom du Professeur G. DE MARCHI qui fut un des tuteurs de l'Association Internationale naissante et qui aide tant à son développement. Sa désignation comme Président d'Honneur à Toronto n'est qu'un faible hommage pour ce qu'il a fait.

Dans le Professeur Dino TONINI, nous trouvons avec satisfaction un des soutiens actuels de notre Association qui en a fait un de ses Vice-Présidents.

Quant au Professeur P. FROSINI, nous nous faisons une joie de lui présenter nos félicitations et nos vœux pour son accession à la présidence. C'est également un des « anciens » de l'Association. Enfin, et notre expérience personnelle nous fait savoir que le Secrétaire, l'Ingénieur G. MARCHETTI occupe une charge plutôt qu'un poste honorifique. Nous le félicitons d'avoir accepté cette charge et lui souhaitons bon courage.

Tous les autres membres du Comité Italien sont bien connus des lecteurs des publications de l'A.I.H.S. par leurs articles de haute tenue scientifique dans les divers domaines qui nous intéressent. Si je disposais de plus de place, ce serait une bien grande satisfaction pour moi de dire ici leurs mérites : ils ne perdront rien pour attendre.

Le Professeur Ray K. LINSLEY a terminé son séjour scientifique en Grande Bretagne où il a pu travailler à l'Imperial College. Nous avons

College of Sciences and Technology, London. We have been happy to greet him on his journey through Belgium to Geneva, where other duties were awaiting him.

The Queen of the Netherlands nominated W.F.I.M. Krul, Chairman of the Commission of Subterranean Waters, Professor in Sanitary Engineering at the «Technische Hogeschool te Delft», Our congratulation.

été heureux de le saluer à son passage en Belgique, dans son voyage vers Genève où d'autres devoirs l'attendaient.

Nous apprenons en dernière heure que S.M. la Reine des Pays Bas vient de nommer W.F.J.M. Krul professeur à l'Ecole Technique Supérieur de Delft. Il est chargé des cours de Technique Sanitaire. L'A.I.H.S. présente à celui dont elle a récemment fait son Président de la Commission des Eaux Souterraines ses plus cordiales félicitations.

PARTIE SCIENTIFIQUE

REFLEXIONS SUR LES DEBITS SOLIDES EN SUSPENSION DES COURS D'EAU GLACIAIRES

PAR

Otto LANSER, *Vienne*

Au cours des dernières années, des mesures des matériaux charriés sur le fond et des débits solides en suspension ont été effectuées à une assez grande échelle en Autriche. Ces mesures ont fourni à l'observation une documentation étoffée qui attend d'être dépouillée et utilisée. La documentation permettra de faire des comparaisons et de tirer des conclusions intéressantes, d'autant plus que la série des cours d'eau étudiés va en s'échelonnant à partir du ruisseau glaciaire jusqu'au Danube. Les recherches envisagées offrent un intérêt scientifique et seront instructives surtout pour l'hydraulique. Il y a lieu de constater que l'ensablement des retenues et des réservoirs forme un problème grave et essentiel que l'hydrologie n'a pas su résoudre complètement jusqu'à cette date.

Lorsqu'il s'agit de réservoirs fluviaux, il est toutefois possible de chasser une partie des dépôts sur le fond — sinon les matériaux charriés — en ouvrant les vannes. Les réservoirs de haute altitude constitués par des grands barrages ne permettent guère de telles purges; il faudrait essayer d'ouvrir les vidanges de fond et tâcher d'éviter l'ensablement. Mais pour de tels barrages alpestres, le rapport du débit annuel liquide au volume du réservoir ne dépasse généralement pas de beaucoup « un », de sorte que toute purge du réservoir — supposé qu'elle serait en principe efficace — provoque une fuite d'eau qu'il ne sera plus possible de compenser au cours de l'année hydrologique correspondante. Les réservoirs fluviaux sont mieux dotés sous cet aspect parce que le remplissage du réservoir n'est souvent qu'une question de peu de jours. Aussi, dans les régions de haute altitude, la perte d'énergie après une purge des réservoirs est-elle inadmissible dans la plupart des cas et il faut rester plus ou moins inactif en voyant progresser l'ensablement. Il est donc extrêmement important de rassembler des informations sur le rythme de l'ensablement naturel. Un extrait provisoire tiré des mesurages effectués en Autriche et mentionnés ci-devant — extrait qui se limite aux torrents, voire aux ruisseaux glaciaires — peut apporter certaines précisions intéressantes.

L'auteur des « Etudes dans la vallée de Paznaun »*) a rassemblé les observations sur la région des Alpes orientales au sujet du cours d'eau Jambach près Galtür (bassin versant = 52,7 km², glaciation = 30,0 %, régime de la Trisanna, bassin du fleuve Inn). Durant la période de 1897 à 1901, M. GREIM a retiré hebdomadairement, toujours le même jour, des prélèvements; il a

(*) G. GREIM, Studien aus dem Paznaun, Gerlands Beitrage zur Geophysik I. Bd. V, Heft 4 (1903), II. Bd. VIII, Heft 1 (1906), III. Bd. 41 (1934), IV. Bd. 48 (1936).

ensuite fait évaporer le liquide et il a retenu le poids du résidu. Evidemment, ce procédé ne sépare pas les particules en solution. M. GREIM fait ressortir que le débit solide en suspension — surtout aux mois de l'été — est une valeur variant rapidement et que l'on ne peut pas considérer les valeurs dues à ses observations comme correspondant suffisamment à la réalité. Elles constituent néanmoins un matériel d'observation homogène et partant excessivement utile.

Depuis 1953, le débit solide en suspension est mesuré à intervalles bien plus rapprochés au moyen d'une technique perfectionnée sur le cours d'eau Venter Ache à la station de jaugeage Vent, Ötztal (bassin versant = 154,6 km², glaciation = 45,7 %). Tandis que M. GREIM avait dû se contenter de ne retirer que 100 cm³ — ceci en raison des taxes postales et des frais de douane — on retire ici par jour des prélèvements de 2 litres à l'époque où les débits solides en suspension sont les plus abondants, p.ex. de mai jusqu'en novembre, même trois fois par jour, à 7 heures, à 14 heures et à 21 heures. La teneur en débit solide en suspension est déterminée par voie de filtrage à travers des filtres en papier, pesés auparavant; ensuite, les filtres sont séchés au four électrique pour être repesés finalement avec les débits.

Les observations recueillies sur cet écoulement du glacier deviennent instructives seulement après la comparaison avec un cours d'eau provenant d'un bassin versant non glacié. La rivière Lech répond à cette condition (bassin versant = 250,1 km²); à la station de jaugeage de Steeg en Tyrol sont déposés les relèvements des années récentes. A cette station, tout comme à Vent, l'on a déterminé le débit solide en suspension en filtrant et en pesant les filtres séchés. A Steeg comme à Vent on a retiré une fois par jour une épreuve dans un récipient contenant 2 litres.

Le cours d'eau Venter Ache a une teneur en suspension bien supérieure à celle du Lech (comparer tableaux 1a et 3a); aux mois de l'hiver — ceux-ci sont toutefois insignifiants au point de vue de la détermination du transport solide annuel en suspension — le cours d'eau Venter Ache charrie de 5 à 10 fois plus de suspension dans l'unité de volume d'eau que le Lech. En été, ce rapport peut atteindre 50 fois plus et même davantage. Mais il ne faut comparer les mêmes mois puisque les pointes du débit solide en suspension se présentent à des époques différentes : pour le Lech c'est en mai ou juin, pour Venter Ache en juillet, voire août. La moyenne de la teneur en suspension pour mai ou juin sur le Lech se situe vers 36 g/m³, la moyenne pour juillet, voire août sur Venter Ache vers 1800 g/m³, soit à peu près 50 fois plus. Les périodes d'observation dont disposent les deux stations jusqu'à cette date sont relativement courtes (Lech 3 années, Venter Ache 4 années). Des écarts peuvent se produire au cours de certaines années; toutefois, en considération du comportement très différent des deux cours d'eau, il est évident que les valeurs enregistrées permettent une estimation approximative.

Les observations de M. GREIM obtenues sur le cours d'eau Jambach (tableau 2) s'écartent quelque peu des mesurages faits sur Venter Ache. Ce dernier cours d'eau a une teneur en suspension bien supérieure à celle du Lech, lequel pourtant varie bien moins au cours de l'année, comparé à Venter Ache. Les observations effectuées au cours de 5 années consécutives font apparaître une dispersion peu considérable des différentes valeurs mensuelles. La méthode de détermination du résidu d'évaporation employée par M. GREIM ne permettant pas de séparer la suspension proprement dite des matières en solution, les valeurs très élevées des mois d'hiver sont peut-être provoquées par la teneur en matières en suspension. La teneur en suspension bien inférieure constatée aux mois de l'été — vu en la comparant à Venter Ache — est due

probablement en partie aux grands intervalles entre les prélèvements; il est intéressant de constater qu'un seul jaugeage effectué le 21.IX.1901 accusant la valeur la plus élevée, soit 1663,6 g/m³, ait fait passer la moyenne obtenue pour la série entière de 157,2 à 238,4 g/m³. La raison essentielle se laisse expliquer sans doute par le rapport inférieur en surface glacié du bassin versant et aussi par une épaisseur et étendue inférieure des glaciers considérés. Cette question sera reprise dans la suite.

En ce qui concerne les cours d'eau étudiés, la répartition du transport solide en suspension sur les différents mois (voir les tableaux c) est encore plus inégale que la répartition du transport d'eau lui-même étant donné que le transport solide annuel en suspension représente le produit du transport d'eau avec la teneur en suspension. Les courbes de variation de ces deux facteurs suivant la même orientation, l'inégalité se trouve fortement accentuée par la formation du produit. Sous ce point de vue, il n'existe pas de différence notable entre Lech et Venter Ache; pour Venter Ache, les mois de novembre jusqu'en avril n'ont pour ainsi dire pas de transport solide en suspension tandis que le mois de juillet seul atteint plus de 40 %, le mois d'août presque 35 %; le débit solide en suspension du Lech atteint des pointes analogues en mai et juin avec respectivement environ 35 % du transport annuel tandis qu'il tombe à moins de 1 % pendant les mois d'hiver. En ce qui se rapporte à la répartition mensuelle, le cours d'eau Jambach — bien que présentant une teneur en suspension plus constante — ne se distingue pas beaucoup du Lech et de Venter Ache. La plus forte participation se présente le plus souvent en juin et atteint plus de 30 % du transport annuel.

Une comparaison des valeurs absolues du transport solide exprimé en tonnes ne fournit pas de renseignements, vu les étendues différentes des bassins versants. Par contre, une comparaison des transports ramenés à l'unité du bassin, donc une comparaison des modules spécifiques en suspension, est faite pour donner des précisions. D'après ce qui précède, le module spécifique en suspension établi pour Venter Ache avec environ 1 500 t/km²/an est un multiple du module spécifique constaté pour le Lech se chiffrant à environ 35 t/km²/an. Le Jambach est aussi un cours d'eau glaciaire, son module spécifique en suspension se chiffre à 300 t/km²/an.

Le débit solide en suspension peut contribuer à se faire une échelle de l'érosion qu'un glacier exerce sur les parois. Le fait qu'elle est beaucoup plus grande que le module spécifique de la suspension des bassins versants non glaciés prouve que l'on a affaire en essentiel avec un résultat de l'activité glaciaire. Aussi l'observation et la détermination numérique du débit solide en suspension sont elles peut-être susceptibles d'élucider la question très discutée quels sont les effets d'érosion que l'on peut attribuer aux glaciers de l'époque glaciaire. Certains géologues estiment que l'érosion de cette époque est responsable du relief des Alpes de nos jours; d'autres par contre, ne lui attribuent qu'un rôle secondaire parmi les forces de la formation.

Dans le cas où on limite le transport en suspension d'un cours d'eau glaciaire uniquement à la surface glaciée et non à son bassin versant entier, on obtient p. ex. pour Venter Ache (glaciation 46 %) la valeur $\frac{250.000 \text{ t}}{75 \text{ km}^2} =$ environ 3.300 t/km²; étant donné le poids spécifique en roche avec en moyenne à peu près 2,6 t/m³, cela revient à un décroçage d'approximativement 1.300 m³ de roche compacte sur chaque kilomètre carré de la surface du bassin glaciaire mesurée en projection horizontale, ou à une usure de 1,3 mm environ par an. En ce qui concerne aussi le Jambach, la valeur du module spécifique de la

suspension ramenée à l'unité de la surface glaciée se rapproche plutôt de la valeur pour Venter Ache que de celle ramenée à l'unité du bassin versant entier; cette dernière se chiffre à environ 1.900 t/km²/an ou approximativement à 750 m³ de roche compacte, ce qui correspond à une usure de 0,75 mm/an.

Ce chiffre est sans doute aussi une fonction de l'épaisseur du glacier provoquant l'érosion. Le poids pressant sur le fond de son lit augmente avec l'épaisseur et l'avancement du glacier progresse dans la même proportion. On suppose que l'effet d'érosion des glaciers est une fonction des deux facteurs, pression et vitesse d'avancement. De même, dans un exemple pratique, la limaille de fer obtenue par unité de temps dépend à la fois de la pression appliquée sur la lime et aussi de la vitesse avec laquelle sont portés les coups de lime.

Les courants de glaces arctiques et d'ailleurs aussi des observations recueillies sur les périodes d'avancement des glaciers dans les Alpes nous apprennent que la vitesse d'avancement des glaciers de l'époque glaciaire a été un multiple de celle que nous connaissons de nos jours. Leur épaisseur était énorme. Par exemple, le glacier de l'Inn dans la vallée moyenne de l'Inn était situé à 2.200 m d'altitude environ, dans la région de Kufstein à 1.600 m environ; la surface du glacier de l'Adige dans le Vintschgau se trouvait à une altitude de 2.200 m environ, à Bozen encore à 1.600 m d'altitude. On peut donc admettre des épaisseurs de glace atteignant 1.500 m et plus, tandis que les plus grands glaciers de nos jours — tout au moins dans les Alpes orientales — ont accusé lors des forages et des sondages séismiques à peine plus de 300 m d'épaisseur.

Si nous supposons — afin d'obtenir un aperçu sur des ordres de grandeur possibles — que les grands glaciers de l'époque glaciaire avaient une érosion égale au triple de celle des glaciers de l'Ötztal de nos jours — ce qui représente une extrapolation bien modeste — nous arrivons à un chiffre d'environ 4.000 m³ de roche polie par km² de surface glaciée et par an, ce qui correspond à une couche de 4 mm d'épaisseur. La durée totale de la glaciation se chiffre certainement à un multiple de 10.000 années, voire à plus de 100.000 années. Donc, nous calculons quelques centaines de mètres qui représentent l'effet de rabotage de la vallée à l'époque glaciaire. L'érosion ne devait pas s'exercer uniformément sur tout le profil transversal ni sur toute l'étendue longitudinale des courants glaciaires, longs de plusieurs centaines de kilomètres. Il faut croire que l'érosion ait atteint des valeurs bien plus élevées sur les parties des parois les plus exposées à l'effet. Ceci prouve l'influence essentielle de la glaciation de l'époque glaciaire sur la formation du relief des Alpes.

TABLEAU 1

DÉBIT EN SUSPENSION DU COURS D'EAU VENTER ACHE

a) Débit en suspension en g/m³

Station de jaugeage : Vent
 Bassin versant = 164,6 km²
 Glaciation = 45,7 %.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1952	—	—	—	—	126	1083	1880	1839	676	60,6	25,6	20,2
1953	17,2	4,4	21,9	17,7	504	505	1256	1482	1082	235,5	22,7	9,6
1954	11,7	13,4	21,0	52,2	239,5	1873	1350	2940	1088	35,4	4,3	6,5
1955	4,6	16,4	17,4	53,9	82,1	926	2317	1183	616	27,0	25,6	10,3
Moyenne	11,2	11,4	20,1	41,3	237,6	1096	1700	1861	865,5	89,6	19,5	11,6
									Moyenne annuelle : 497,1 g/m ³			
b) Transport solide en suspension en tonnes												
Moyenne 1952/55	16,8	10,8	23,9	79,1	2560	37520	102960	84890	19770	948	55,7	20,1
									Total annuel : 248 850 to			
c) Transport solide mensuel en suspension exprimé en % du transport solide annuel en suspension												
Moyenne 1952/55	0,01	—	0,01	0,03	1,03	15,08	41,37	34,11	7,94	0,38	0,02	0,01
									Total annuel : 100 %			
d) Module spécifique de la suspension tonnes/mois, km ²												
Moyenne 1952/55	0,102	0,065	0,145	0,481	15,55	228,0	625,5	515,7	120,1	5,76	0,338	0,122
									Module spécifique annuel : 1512 to/km ²			

TABLEAU 2

DÉBIT EN SUSPENSION DU COURS D'EAU JAMBACH

a) Débit solide en suspension en g/m³
 Station de jaugeage : Galtür
 Bassin versant = 52,7 km²
 Glaciation = 30,0 % (vers 1895)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1897	73	64	62	69	60	88	238	149	182	67	56	63
1898	68	64	64	62	45	100	90	212	139	101	65	63
1899	73	78	66	59	87	55	97	88	84	62	66	63
1900	71	60	61	95	48	78	425	105	236	70	58	88
1901	66	69	62	61	75	336	137	395	551	59	61	69
Moyenne 1897/01	70,2	67,4	63,0	69,2	63,0	131,4	197,4	189,8	238,4	71,8	61,2	68,6
									Moyenne annuelle : 107,6 g/m ³			

b) Transport solide en suspension en tonnes

Moyenne 1897/01	123	93	131	159	521	2799	5102	4080	3068	400	187	156
									Total annuel : 16819 to			

c) Transport solide mensuel exprimé en % du transport solide annuel en suspension

Moyenne 1897/01	0,7	0,6	0,8	1,0	3,1	16,6	30,3	24,3	18,2	2,4	1,1	0,9
									Total annuel : 100 %			

d) Module spécifique de la suspension en tonnes/mois, km²

Moyenne 1897/01	2,3	1,8	2,5	3,0	9,9	53,1	96,7	77,3	58,2	7,6	3,5	3,0
									Module spécifique annuel : 319,5 to/km ²			

TABLEAU 3

DÉBIT EN SUSPENSION DU COURS D'EAU : LECH

a) Débit solide en suspension en g/m³

Station de jaugeage : Steeg
 Bassin versant = 250,1 km²
 Pas de glaciation

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1941	—	1,5	5,8	2,0	22,8	33,8	22,1	29,7	4,8	20,8	9,4	14,5
1942	7,0	3,1	1,7	7,1	97,6	15,6	3,5	3,2	3,9	11,2	1,9	19,4
1943	2,2	0,5	1,4	4,2	11,4	32,1	11,6	11,1	2,2	1,1	2,2	3,1
Moyenne 1941/43	4,6	1,7	2,9	4,4	43,9	27,17	12,40	14,67	3,6	11,0	4,50	12,3
Moyenne annuelle : 11,7 g/m³												
b)Transport solide en suspension en tonnes												
Moyenne 1941/43	48,2	7,89	32,6	138,2	3378,3	2604,2	932,0	857,9	124,4	434,9	82,1	91,7
Total annuel : 8732,6 to												
c) Transport solide mensuel en suspension exprimé en % du transport solide annuel en suspension												
Moyenne 1941/43	0,59	0,08	0,38	2,11	36,27	34,86	10,69	8,27	1,25	4,00	0,77	0,907
Total annuel : 100 %												
d) Module spécifique de la suspension tonnes/mois, km²												
Moyenne 1941/43	0,19	0,03	0,13	0,55	13,50	10,41	3,73	3,43	0,497	1,739	0,32	0,36
Module spécifique annuel : 34,92 to/km²												

TRANSPORT OF BOULDERS BY GLACIERS AND ICE SHEETS

BY

J. WEERTMAN

*U. S. Naval Research Laboratory, Washington, D. C.
U. S. A.*

ABSTRACT

It is shown that glaciers and ice sheets may be expected to be able to move boulders up to about 20 meters in size over their beds.

In this short note we calculate the maximum size boulder a glacier or ice sheet is able to push over its bed.

Let the coefficient of friction of rock on rock be the greatest possible, namely one. The force F_1 that must be applied to a boulder to move it over a glacier bed is, therefore, equal to

$$F_1 = \rho g L^3 \quad (1)$$

where ρ is the density of rock, g is the gravitational acceleration, and L is the average dimension of the boulder.

The force ice exerts on a stationary boulder can be calculated from the sliding theory we have previously proposed¹. If u is the velocity of sliding of a glacier over its bed, then the creep rate K in the immediate vicinity of a stationary boulder (out to a distance of the order of L) will be given by the approximate equation

$$u = KL \quad (2)$$

From Glen's creep law of ice² we know that

$$K = \sigma^n / A^n \quad (3)$$

where σ is the effective stress causing creep and A and n are constants. Hence the force F_2 exerted on a stationary boulder is

$$F_2 = \sigma L^2 = AL^2 (u/L)^{1/n} \quad (4)$$

The force F_2 is greater than the force F_1 for values of L up to

$$L = (Au^{1/n} / \rho g)^{\frac{n}{n+1}} \quad (5)$$

If we take a typical sliding velocity of 10 meters/year (the exact value that is used is not too important since L depends on u only to a $1/(n+1) \approx 1/5$ power) and use Glen's experimental values for A and n ($n \approx 4$), then a glacier or ice sheet can move any boulder of dimension $L \leq 20$ meters. Erratics of this upper order of magnitude in size are occasionally found³.

We can conclude that glaciers and ice sheets can easily move quite large boulders over their beds.

REFERENCES

1. J. WEERTMAN, «On the Sliding of Glaciers», *J. Glaciology*, 3, 33 (1957).
2. J. W. GLEN, «The Creep of Polycrystalline Ice», *Proc. Roy. Soc.* 228A, 519 (1955).
3. T. C. CHAMBERLIN and D. R. SALISBURY, *Geology* Vol. III, Second Edition, Revised (Henry Holt and Co., New York, 1907) Figs. 474 and 475 on pages 340 and 341.

REPORT ON TWO NEW CRITERIA FOR OPTIMAL NETWORKS IN CLIMATOLOGY

BY

Dr. C. LEVERT

Royal Meteorological Institute of the Netherlands De Bilt

0. INTRODUCTION

The following authors developed «criteria» for the determination of optimally dense networks of observing stations.

1. Malet (on the smallest «distance» between equidistant moments or stations).

2. Lisle (this relates to 1).

3. Bessemoulin (statistical consideration with regard to 1).

4. Poncelet (using the homogeneity criterium of Abbe).

5. Eliassen.

The criteria stress different aspects of the network problem and have been formulated in view of different purposes. It is not easy (and perhaps even impossible) to apply them to the *network problem in climatology* (as to key-stations; reference stations). In the present report the author develops a new criterium, a kind of *isocurves-criterium* by extending a theory on «statistical methods of estimating isolines» given by Ogawara and Yamazaki (Papers in Met. and Geoph. 3, 77, 1952).

1. MULTINORMAL DISTRIBUTIONS

Let us ⁽¹⁾ consider, for instance, the mean annual temperatures in many years at all stations in western Europe. At station S (defined by the coordinates ξ and η) the mean annual temperature in year i be x_i ; n years furnish the

«measurements» $x_1, x_2 \dots x_n$ with arithmetical mean $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$. The true

or population mean μ is defined as \bar{x} for $n = \infty$. This value will be a function $f(\xi, \eta)$ of ξ and η . Both μ and $f(\xi, \eta)$ are unknown. The measurements allow us to find both μ and $f(\xi, \eta)$, i.e. to make the «best» estimate. The curve $f = \text{constant } c$ represents an isoline (isotherm). What may be the «existence region» of allowable isocurves for given c ?

Let us consider $k = 3$ stations S_x, S_y and S_z ; the n years give n triplets $x_1, y_1, z_1, \dots, x_n, y_n, z_n$, with $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i, s_x^2 = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2$ and $\bar{y}, \bar{z}, s_y^2, s_z^2$. The computed sample correlation coefficients may be called

⁽¹⁾ The reader may start immediately with chapter 3. Reading first the chapters 1 and 2, which summarize the results given in the article mentioned in the introduction is, however, advisable.

r_{xy}, r_{yz}, r_{xz} . These values $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}, s_x, s_y, s_z, r_{xy}, r_{xz}, r_{yz}$ are estimates of the unknown population values $\mu_x, \mu_y, \mu_z, \sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \rho_{xy}, \rho_{xz}, \rho_{yz}$.

Supposition: the triplet x, y, z satisfies a three dimensional normal distribution. This distribution is written symbolically as:

$$\psi(x, y, z) dx dy dz =$$

$$(1) (2\pi)^{-3/2} M^{-1/2} \exp. [-\frac{1}{2} A_{xx}(x - \mu_x)^2 + A_{yy}(y - \mu_y)^2 + A_{zz}(z - \mu_z)^2 + A_{xy}(x - \mu_x)(y - \mu_y) + A_{xz}(x - \mu_x)(z - \mu_z) + A_{yz}(y - \mu_y)(z - \mu_z)] dx dy dz$$

with

$$(2) \text{ matrix } \|M\| \equiv \begin{vmatrix} \sigma_x^2 & \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y & \rho_{xz} \sigma_x \sigma_z \\ \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y & \sigma_y^2 & \rho_{yz} \sigma_y \sigma_z \\ \rho_{xz} \sigma_x \sigma_z & \rho_{yz} \sigma_y \sigma_z & \sigma_z^2 \end{vmatrix}; \quad M = \text{determinant value of } \|M\|$$

$$(3) A_{xy} = A_{yx} = \frac{\text{determinant value of minor of element } \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y \text{ in } \|M\|}{M};$$

the other symbols A_{xx}, A_{zz} etc. in an analogous way.

First question:

What can be said about the values μ_x, μ_y, μ_z , on basis of the n sets of measurements x_i, y_i, z_i ($i = 1, 2, \dots, n$)?

Answer:

It can be proved that there is a probability $1 - \alpha$ (generally taken as 0.95) that all statistically allowable sets μ_x, μ_y, μ_z are the coordinates of the «points», which are situated in the three dimensional space (axes m_x, m_y and m_z) within the ellipsoide defined by the equation:

$$(4) \frac{n-3}{3} [S_{xx}(\bar{x} - m_x)^2 + S_{yy}(\bar{y} - m_y)^2 + S_{zz}(\bar{z} - m_z)^2 + S_{xy}(\bar{x} - m_x)(\bar{y} - m_y) + S_{xz}(\bar{x} - m_x)(\bar{z} - m_z) + S_{yz}(\bar{y} - m_y)(\bar{z} - m_z)] = F_{(n-3)}^{(3)}(\alpha)$$

with

$$(5) \text{ matrix } \|N\| = \begin{vmatrix} s_x^2 & r_{xy} s_x s_y & r_{xz} s_x s_z \\ r_{xy} s_x s_y & s_y^2 & r_{yz} s_y s_z \\ r_{xz} s_x s_z & r_{yz} s_y s_z & s_z^2 \end{vmatrix}, \quad \text{with } N = \text{determinant value of } \|N\|$$

(6) and

$$S_{xy} = \frac{\text{determinant value of minor of element } r_{xy} s_x s_y \text{ in } \|N\|}{N};$$

the other symbols S_{xz}, S_{xx} etc. in an analogous way.

$$(7) F_{(n-3)}^{(3)} = 100 \cdot \alpha\% \text{ point in the F-distribution on } 3 \text{ and } n - 3 \text{ d. o. f. (degrees of freedom)}$$

2. THE RELIABILITY INTERVAL OF THE TRUE MEAN VALUES AT THE PROPORTIONAL SECTION POINT; ALGEBRAICAL AND GRAPHICAL METHOD

The expressions developed in 1. are used for the computation of, for

instance, the reliability interval of the true mean values at the proportional section point.

At the points S_1 and S_2 (coordinates ξ_1, η_1 and ξ_2, η_2) the values x_1 and y_1 have been measured simultaneously (for instance the mean annual temperatures of the year 1911). The true unknown (population) mean values (averages over $n \rightarrow \infty$ years) are $\mu_1 = f(\xi_1, \eta_1)$ and $\mu_2 = f(\xi_2, \eta_2)$. The larger the value of n , the better $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$ and $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$ approximate to μ_1 and μ_2 . Next a ξ -axis is drawn through the stations S_1 and S_2 ; let be $\xi = 0$ for S_1 and $\xi = 1$ for S_2 . For a point S_3 between S_1 and S_2 it is obvious that $0 < \xi_3 < 1$. Now, suppose ξ_3 at station S_3 is given and μ_3 is unknown.

Second question:

Between what limits μ^1 and μ'' the value μ_3 (population mean in S_3) may be situated with a probability of $1 - \alpha$ (for instance 0.95), supposing measurements in S_3 are not made?

Answer:

In any case there is a reliability $1 - \alpha$ that the coordinates of each point lying (in the two dimensional space with axes m_1 and m_2) within the ellipse defined by equation 9 represent the unknown true values μ_1 and μ_2 at the stations S_1 and S_2 .

$$(9) \left(\frac{m_1 - \bar{x}}{s_1} \right)^2 - 2 \left(\frac{m_1 - \bar{x}}{s_1} \right) \left(\frac{m_2 - \bar{y}}{s_2} \right) r + \left(\frac{m_2 - \bar{y}}{s_2} \right)^2 = 2 \frac{1-r^2}{n-2} F_{(n-2)}^{(2)}(x) \quad (\text{analogous to (4)})$$

If measurements are not made at station S_3 it is possible to conclude something about the unknown true mean value μ_3 at S_3 only if a hypothesis is made as to the manner how the true value μ varies from S_1 to S_2 . Now, if this variation is linear, then

$$(10) \quad \xi_3 = (\mu_3 - \mu_1)/(\mu_2 - \mu_1) \quad \text{or} \quad \mu_3 = (\mu_2 - \mu_1) \xi_3 + \mu_1.$$

In case this variation is not linear, but satisfies a known function, then still μ_3 is a known function of ξ_3 with constants depending on μ_1 and μ_2 .

Important hypothesis

The following reasoning is based on the hypothesis that μ varies linearly (or approximately linearly) in the neighbourhood of the station.

With the aid of n pairs of measured values x_i, y_i ($i = 1, 2 \dots n$), giving $\bar{x}, \bar{y}, s_1, s_2$ and r the value $z = (\bar{y} - \bar{x}) \xi_3 + \bar{x}$ is computed. (See the expression (10), but now \bar{x} and \bar{y} are not the true means). Since \bar{x} and \bar{y} are stochastical the same is true for z . The sample distribution of z depends on those of \bar{x} and \bar{y} .

Next, let us return to the second question.

The answer is given by eliminating m_1 and m_2 from the 3 equations (9) (written as $\Phi(m_1, m_2) = 0$) and

$$(11) \quad u = m_1 + (m_2 - m_1) \xi, \quad \text{written as } f(\mu, \xi, m_1, m_2) = 0$$

$$\text{and} \quad \frac{\partial f}{\partial m_1} - \frac{\partial f}{\partial m_2} \cdot \frac{\partial \Phi / \partial m_1}{\partial \Phi / \partial m_2} = 0$$

This can be done purely algebraically, but it is better understood visually. Consider two rectangular axes: the horizontal ξ -axis and the vertical

u -axis; $\xi = 0$ at station S_1 and $\xi = 1$ at station S_2 . Then the equation $u = m_1 + (m_2 - m_1) \xi$ represents a straight line, passing through the points $\xi = 0, u = m_1$ (on the u -axis) and $\xi = 1, u = m_2$. For $m_1 = \mu_1$ and $m_2 = \mu_2$ and $\xi = \xi_3$ (station S_3) $u = \mu_3$.

Expressed otherwise: one of the ∞^2 straight lines with equation (11) represents the linear variation of μ between the stations S_1 and S_2 . But the constants in (11) should satisfy the relation (9) and consequently the straight lines (11) must all touch the hyperbola defined by the following equation (in ξ, u coordinates)

$$(12) \quad \varphi(\xi, u) = \xi^2[\Delta^2 - G(s_1^2 - 2rs_1s_2 + s_2^2)] - 2u \cdot \Delta \cdot \xi + u^2 + 2\xi[\Delta \cdot \bar{x} + Gs_1(s_1 - rs_2)] - 2u\bar{x} + \bar{x}^2 - Gs^2 = 0$$

with

$$\Delta = \bar{y} - \bar{x} \quad \text{and} \quad G = \frac{2}{n-2} F_{(n-2)}^{(2)}(\alpha)$$

Consequently

$$(13) \quad u = \bar{x} + \Delta \cdot \xi \pm \sqrt{G[(s_1^2 - 2rs_1s_2 + s_2^2) \xi^2 - 2s_1(s_1 - rs_2)\xi + s_1^2]}$$

The desired limits u' and μ' mentioned in question 2 can be found in two ways,

a) by substituting ξ_3 in (13)

b) graphically as follows: construct the two branches of hyperbola (12) in the u - ξ -plane. Draw the straight line parallel to the u -axis at a distance ξ_3 . This line cuts the hyperbola in two points. The u -values of these two intersection points are the values μ^1 and μ'' .

So far we have cited the work of Ogawara and Yamazaki.

3. EXTENSION OF THE FOREGOING STATISTICAL CONSIDERATION

Third question.

Where may be situated (on the straight line through the stations S_1 and S_2) the point S_3 , for which there is a probability $1 - \alpha$ (generally chosen as 0.95) that the true mean amounts to a given value μ ?

Answer:

Draw the hyperbola (12) and the straight line parallel to the ξ -axis at a distance μ . This straight line cuts the hyperbola in two points, the abscissae of which are ξ_1 and ξ_2 . Then S_3 must be situated on the segment between ξ_1 and ξ_2 . Of course, these ξ values and the distance $|\xi_1 - \xi_2|$ are dependent on $\bar{x}, \bar{y}, \bar{y} - \bar{x}, r, s_x, s_y, n, 1 - \alpha$. The author has studied this dependence in detail, but will present here only some main points. For the sake of simplicity we suppose $s_x = s_y$; if s_x and s_y do not differ considerably the sample standard deviations may be replaced by $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$.

Fig. 1 contains important details.

The segment between ξ_1 and ξ_2 (width T) may be called the *passage interval*, because it represents the «collection» of points in which the isoline with parameter μ may cut the straight line through the stations S_1 and S_2 .

For all values $\mu = (a\bar{x} + b\bar{y}) : (a + b)$ i.e. $\bar{y} \geq \mu \geq \bar{x}$ the width T is as small as possible if $\mu = \frac{1}{2}(\bar{x} + \bar{y})$; this may be formulated as follows: the situation of station S_3 is known most accurately if the true mean value at this station must equal the average of the measured means at the endstations S_1 and S_2 (Fig. 2).

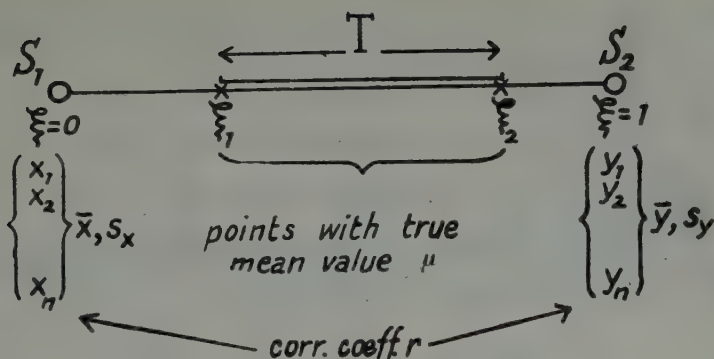


Fig. 1

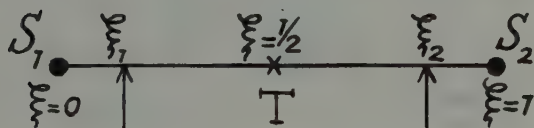


Fig. 2

As a consequence of the fact $s_1 = s_2$ this segment T (depending on r) is situated symmetrical around $\xi = 1/2$.

The formulas for $\mu = 1/2 (\bar{x} + \bar{y})$ become

$$(14) \quad T = \frac{s \sqrt{G} \sqrt{2(1+r)}}{\sqrt{\Delta^2 - 2Gs^2(1-r)}} \quad \text{and} \quad \xi_{1,2} = 1/2 \pm \frac{s \sqrt{G} \sqrt{2(1+r)}}{2\sqrt{\Delta^2 - 2Gs^2(1-r)}}$$

The following points are noted:

- a) T is situated symmetrical around $\xi = 1/2$, irrespective of r
- b) as r increases, T increases, provided $\Delta^2 > 4s^2 G$
as r increases, T decreases, provided $\Delta^2 = 4m^2 s^2 G$ with $0 < m < 1$;
only $r_m \leq r \leq 1$ is senseful,
with $r_m = 1 - 2m$.
- c) the passage interval is imaginary (does not exist) if $\Delta^2 < 2s^2 G (1-r)$
- d) the passage interval is infinitely broad ($\xi_1 = -\infty$; $\xi_2 = +\infty$) if $\Delta^2 = 2s^2 G (1-r)$.
- e) $T = 0$ if $r = -1$
 $T = 1/2$ if $\Delta^2 = 2s^2 G (5 + 3r)$
 $T = 1$ if $\Delta^2 = 4s^2 G$
 $T = \infty$ if $\Delta^2 = 2s^2 G (1-r)$
 $T = \text{imaginary}$ if $\Delta^2 < 2s^2 G (1-r)$
- f) $T = m$ (for instance $1/5, 1/4, 1/3$ etc.) if

$$\Delta^2 \equiv (\bar{y} - \bar{x})^2 = 2s^2 G \left[\frac{m^2 + 1}{m^2} + \frac{1 - m^2}{m^2} r \right]$$

Hitherto the details of ξ_1 , ξ_2 and T have been considered in case we want to find the points S_3 which may have a true mean value $\mu = 1/2 (\bar{x} + \bar{y})$ (mean values \bar{x} and \bar{y} being measured in the end points S_1 , with $\xi = 0$, and S_2 , with $\xi = 1$). We can also ask for the points for which $\mu = \bar{x}_1$ may be true

($\mu = \bar{x}_2$ leads to analogous results). Of course, one of the points of this segment must be station S_1 itself, in which \bar{x}_1 has been measured. Supposing $s_1 = s_2$ (see also table 1.) and indicating the endpoints of the T-segment around station S_1 by ξ_1 and $\xi_2 (> \xi_1)$ it is found that for $\Delta^2 = 2s^2 G(113 + 15r)$: ξ_1 depends on r , but $\xi_2 = 1/16$, irrespective of r ,
 for $\Delta^2 = 2s^2 G(25 + 7r)$: ξ_1 depends on r , but $\xi_2 = 1/8$, irrespective of r ,
 for $\Delta^2 = 2s^2 G(5 + 3r)$: ξ_1 depends on r , but $\xi_2 = 1/4$, irrespective of r , etc.

It is noted that, irrespective of r , the three reliability segments (passage intervals) $T(\mu = \bar{x})$, $T(\mu = 1/2(\bar{x} + \bar{y}))$ and $T(\mu = \bar{y})$ touch each other in the ξ -values $1/4$ and $3/4$ (if $s_1 = s_2$). See Fig. 3.

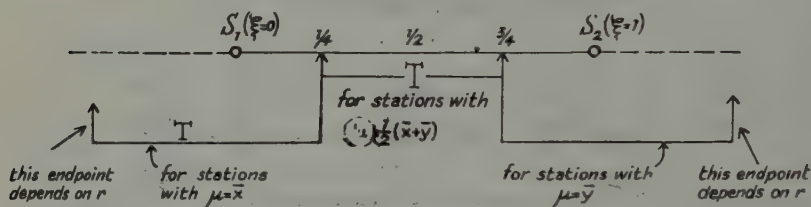


Fig. 3

For these reasons it seemed advantageous to base on this result a new criterium for optimal networks. Fig. 4 and 5 may illustrate the line of thought.

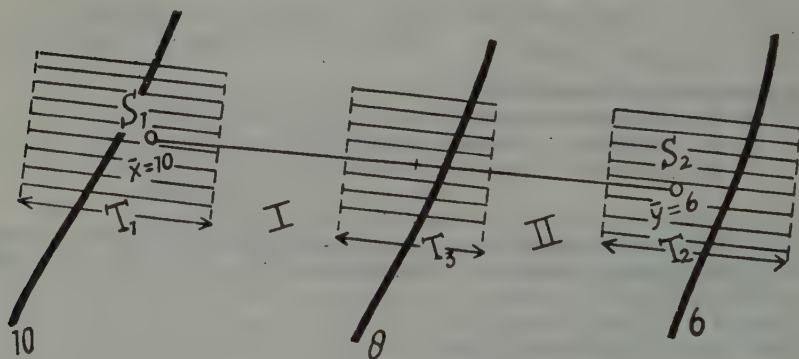


Fig. 4

The n simultaneous pairs of x, y may have yielded $x = 10$ in S_1 and $\bar{y} = 6$ in S_2 . One wants to draw the isolines with parameter $\mu = \bar{x} = 10$, $\mu = 1/2(\bar{x} + \bar{y}) = 9$ and $\mu = \bar{y} = 6$. Where do they cut the straight line through S_1 and S_2 ? We have indicated the passage intervals T_1, T_2 and T_3 ; T_1 does not touch T_3 and T_2 does not touch T_3 .

A special sets of isolines 6, 8 and 10 have been drawn. They should lie within the «existence regions».

TABLE 1

Survey of the main results ($s_1 = s_2 = s$)

	Endpoints ξ_1 and ξ_2 of the T-segment for $\mu = 1/2(x + \bar{y})$	$r = -1$		$r = 0$		$r = +1$	
		ξ_1	ξ_2	T	ξ_1	ξ_2	T
$\Delta^2 = (\bar{y} - \bar{x})^2$		ξ_1	ξ_2	T	ξ_1	ξ_2	T
1 $2s^2G(113 + 15r)$	$1/2 - 1/8 \sqrt{2} \sqrt{\frac{1+r}{7+r}}$	$1/2 + [\dots]$	$1/4 \sqrt{2} \sqrt{\frac{1+r}{7+r}}$	$1/2$	$1/2$	0	0
2 $2s^2G(25 + 7r)$	$1/2 - 1/8 \sqrt{2} \sqrt{\frac{1+r}{3+r}}$	$1/2 + [\dots]$	$1/4 \sqrt{2} \sqrt{\frac{1+r}{3+r}}$	$1/2$	$1/2$	0	0
3 $2s^2G(5 + 3r)$	$1/4 = 1/2 - 1/4$	$3/4 = 1/2 + 1/4$	$1/2$	$1/2$	$1/2$	0	0
4 $4s^2G$	0 (if $r \neq -1$)	1 (if $r \neq -1$)	1 (if $r \neq -1$)	?	$1/2$?	?
5 $2s^2G(1 + r)$	$1/2 - 1/2 \sqrt{\frac{1+r}{2r}}$	$1/2 + [\dots]$	$\sqrt{\frac{1+r}{2r}}$	$1/2$	$1/2$	0	0
6 $2s^2G(1 - r^2)$	$1/2 - 1/2 \sqrt{\frac{1+r}{r(1-r)}}$	$1/2 + [\dots]$	$\sqrt{\frac{1+r}{r(1-r)}}$	$1/2$	$1/2$	0	0
7 $2s^2G(1 - r)$	$-\infty$	$+\infty$	∞	$1/2$	$1/2$	0	0
0 $< 2s^2(1 - r)$				imaginary	imaginary	imaginary	imaginary

Fig. 4 shows that it is preferable to diminish the difference between the stations S_1 and S_2 . Then the free regions I and II are going to disappear. We must take care that the existence regions do not overlap each other. How far shall we decrease the distance $d = \overline{S_1 S_2}$? This is a question of taste. The author proposes to go not further than the situation in which the existence regions T_1 and T_3 touch each other (in the point $\xi = 1/4$, if $\overline{S_1 S_2} = 1$ and $s_1 = s_2$, irrespective of r). At the same time T_3 touches T_2 in the point $\xi = 3/4$. In this case $\Delta^2 = 2 s^2 G(5 + 3r)$. See Fig. 5.

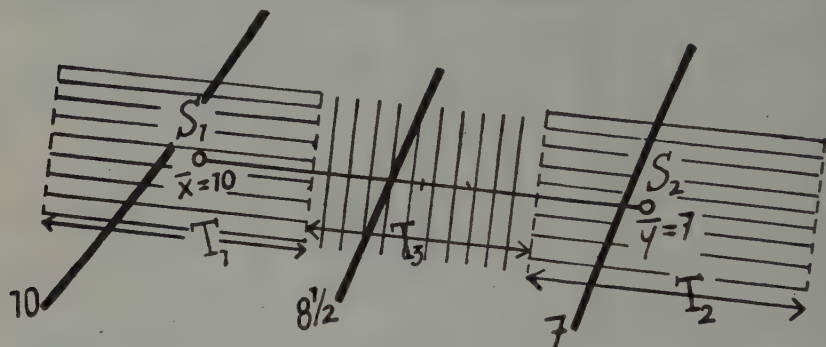


Fig. 5

4. TWO NEW CRITERIA FOR THE DENSITY OF AN OPTIMAL NETWORK

Criterion 1

The simplest reasoning is as follows: \bar{x} (based on n measurements x_1, \dots, x_n , with standard deviation s_x) is called statistically different from \bar{y} (based on n measurements y_1, \dots, y_n , standard deviation s_y) if $\Delta = |\bar{y} - \bar{x}| \geq 2 s_\Delta$; there is a probability 0.05 that this statement is false, (the value 0.05 fixes the value 2). Generally x and y are correlated (for instance for «neighbouring» stations and n pairs of simultaneous measurements x_i, y_i);

$$\text{then } s_\Delta^2 = (s_x^2/n) + (s_y^2/n) - 2r(s_x \sqrt{n})(s_y/\sqrt{n})$$

$$(-1 \leq r \leq 1)$$

Hence the difference criterium is formulated as:

$$\Delta^2 \geq \frac{8}{n} s^2 (1 - r) \text{ (if } s_x = s_y \text{)}$$

Let us start from the situation that for two stations S_1 and S_2 (distance d) for given values of s^2 , r and n the sign $>$ holds true. Now, with decreasing d (S_2 moves to S_1) the value r (or better the true population value ρ) increases and tends to 1, but Δ decreases. Supposing s^2 (or better σ^2) and n constant, the difference between Δ^2 and $\frac{8}{n} s^2 (1 - r)$ decreases and for one special distance, say d_0^* , this difference is zero. For smaller distances Δ^2 becomes smaller than $\frac{8}{n} s^2 (1 - r)$ and now, by definition, this difference d_0^* is not called significant. In this way a particular distance d^* is defined; it may be

called the mesh of the optimal network around station S_1 (for the given values of s^2 and n). It is obvious that the functional relations $\Delta = \Delta(d)$ and $\rho = \rho(d)$ should be known.

Criterion 2

It seems, however, better to use all knowledge, if possible. Let be known that Δ increases linearly with increasing d , in moving away from station S_1 (this hypothesis seems to be true or approximately true nearly always; of course it is not quite impossible that the field of the true values around a special climatological station is not linear, even not in the nearest neighbourhood, but such a station should not be chosen as reference station). Now the reasoning runs as follows: the n pairs of simultaneous measurements x_i, y_i at the stations S_1 and S_2 have furnished the quantities $\bar{x}, \bar{y}, s_x, s_y, r$ (they are estimates of the unknown true population values $\mu_x, \mu_y, \sigma_x, \sigma_y$ and ρ). Let be $S_1 S_2 = d$ (km).

In chapter 3 a well defined distance d_0 was found, characterised by the fact that there is a probability of 0.95 that the point S_3 (between S_1 and S_2 , with the true mean value $1/2 (\bar{x} + \bar{y})$ is situated on a segment, width $T_0 = 1/2$, between the points with abscissae $1/4$ and $3/4$, if S_1 and S_2 are indicated by 0 and 1 (and $s^2_1 = s^2_2$). For this special distance the following equality is true:

$$\Delta^2 \equiv |\bar{y} - \bar{x}|^2 = 2 s^2 G(5 + 3r) \text{ or better } 2 \sigma^2 G(5 + 3\rho), \text{ with } G = \frac{2}{n-2} F_{(n-2)}^{(2)}$$

and $F_{(n-2)}^{(2)} = 1 - 0.95 = 0.05$ value of Fisher's F for 2 and $n - 2$ d.o.f.

Note the following facts:

- (1) for distances $d > d_0$, T becomes smaller than $1/2$ ($T = 1/2 \rightarrow 0$)
- (2) for distances $d < d_0$, T becomes larger than $1/2$ ($T = 1/2 \rightarrow \infty$)

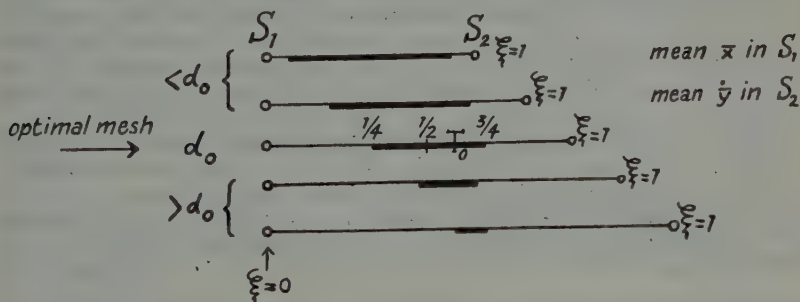


Fig. 6

How to find this optimal network mesh d_0 ?

In any case it is necessary to know or to estimate,

- a) How the true mean value μ varies with the distance to station S_1 . What type of function is $\mu(d)$? (The spatial field of μ 's).
- b) How the true population correlation coefficient ρ varies with the distance to S_1 . What type of function is $\rho(d)$? (the spatial field of ρ 's).

N. B. Both functions may be different for different directions.

Applying criterium 2

Let us first apply criterium 2 (follow the large sketch). Now start from

a two axes system; vertical Δ^2 and horizontal d (for instance km). Draw the curve K_1 representing $\Delta^2 = \{u(d) - u_1\}^2$ as a function of d ($u_1 =$ value of u in point S_1). In case u changes linearly with d , curve K_1 is a parabola. Next draw the curve K_2 representing $2s^2G(5+3r)$ or better $2\sigma^2G(5+3\rho)$ as a function of d (this supposes $\rho = \rho(d)$ to be known). For each value of n only one curve K_2 is defined. Since s^2G may be written as $(s^2/n)(nG)$ and since s^2/n decreases with increasing n to the limit σ_m^2 (variance of instrumental error; always $\neq 0$) and since nG decreases to about 6 (when using the 0.05 level of reliability), it is obvious that the curve K_2 is situated the lower the larger the n (for $n = 30, 100$ and ∞). Next, the abscis of the point of intersection of the curves K_1 and K_2 provides the mesh d_0 in question.

The following points should be stressed:

(1) d_0 decreases with increasing n (i.e. more basis material).
 (2) This decrease is not unlimited; d_0 tends to a certain value d_0^* which is greater than zero because of the instrumental error; even if the number of measurements tends to ∞ , the instrumental error remains; the steeper the curve K_1 (i.e. the steeper the gradient in the neighbourhood of point S_1) the smaller the percentage difference between for instance d_0 for $n = 30$ and d_0^* ($n = \infty$); see sketch.

(3) Since curve K_1 remains the same when changing ρ , and since each curve K_2 becomes situated the higher the larger the value of ρ , the optimal mesh d_0 increases with enlarging ρ ; otherwise expressed: the stronger the spatial correlation in the field, the less dense the optimal network. This may be understood as follows: stronger correlations indicate stronger relations in the field and hence the same information about variations relates to larger distances.

(4) Since with increasing s^2 (better: σ^2) the curve K_2 becomes situated higher (n , hence G , being constant, whereas u and ρ remain the same functions of d), the optimal mesh increases. In other words: if for instance the year to year variation of the annual temperatures is larger (but the population means remain the same), the optimal network may be chosen less dense; this means: if we still would leave the mesh the same, the possibility to state statistically real differences between the stations gets lost in the larger variations.

(5) If only the curve K_1 is changed (suppose the gradient of the linear function $u(d)$ is smaller and hence the parabola K_1 becomes less curved in the top, i.e. origin of the axes), then the optimal mesh increases. This is true for both methods. In the limit (of course a hypothetical case) $u =$ constant in the whole field and consequently only one reference station would be sufficient (mesh $= \infty$).

Applying criterium 1

Follow the large sketch. Draw the curve K_1^1 , representing $\frac{8s^2}{n}(1-r)$, better $\frac{8\sigma^2}{n}(1-\rho)$, as a function of d . This curve cuts K_1 in a point, the abscis of which is the mesh d_0^1 of the optimal network. Each value of n indicates one curve K_1^1 . With increasing n the curve K_1^1 is situated lower; the limiting curve is defined by $8\sigma_m^2(1-\rho)$ as a function of d (since $s^2/n \rightarrow \sigma_m^2$). For increasing d each curve K_1^1 (for fixed n) increases asymptotically to $8s^2/n$ (better $\frac{8\sigma^2}{n}$).

For larger ρ curve K_1^1 is situated lower (but K_2 higher), and d_0^1 decreases (but d_0 increases).

Neglecting the existence of correlation (substitute $\rho = 0$ in the formulas) the distance d_0^1 increases (the optimal network becomes less dense).

With increasing s^2 (better σ^2) curve K_1^1 becomes situated higher (and so does curve K_2); hence d_0 increases.

Comparison between the methods 1 and 2

Obviously $d_0^1 < d_0$ for the same values of n , ρ and s^2 in both methods, because curve K_1^1 is situated completely beneath curve K_2 (see the table

drawn in the sketch) since $\frac{8}{n} < 10 G$. Hence $\frac{8}{n} s^2 < 10 s^2 G$ leading to

$$\frac{8 s^2}{n} (1 - \rho) < \frac{8}{n} s^2 < 10 s^2 G < 2 s^2 G (5 + 3 \rho) \text{ for each } \rho \geq 0.$$

This result means: Application of the *less correct criterium* of method 1 results in *too small a mesh* (too dense a network). The *better criterium* leads to a *less dense* optimal network.

5. SUMMARY

5.1 Hypotheses

(1) The observations (measurements) made at the stations S_1, \dots, S_k satisfy simultaneously a k -dimensional normal distribution, characterised by the (unknown) parameters $\mu_1, \mu_2 \dots \mu_k; \sigma_1, \sigma_2^2 \dots \sigma_k^2, \rho_{12}, \rho_{13} \dots$, which quantities are to be estimated in the sample. Definitions: μ_i = general mean value and σ_i^2 = general variance in the population of observations in station S_i ; ρ_{ij} = population correlation coefficient between the observations made at station S_i and at station S_j etc.

(2) The functional relation between ρ_{ij} and d (spatial distance between the stations S_i and S_j) is supposed to be known.

(3) The functional relation between the difference Δ of the true mean values μ_i and μ_j (at the stations S_i and S_j) and the distance d is supposed to be linear.

5.2. Questions of taste

(1) The level of reliability $1 - \alpha$ has been chosen as 0.95. Generally, the probability of drawing a conclusion which is in contradiction with reality is fixed as 0.05.

(2) It is possible to find such a distance d_f between the stations S_1 and S_2 that there is a probability $1 - \alpha = 0.95$ that the unknown station S_3 (between S_1 and S_2), where the true mean value equals $1/2 (\bar{x} + \bar{y})$, is situated on a segment with length $T_f = f < 1$, when the distance $\overline{S_1 S_2}$ is taken as unity (if $s_1^2 = s_2^2$). We have chosen $f = 1/2$.

N. B. Whereas it is easy to start from other values of $1 - \alpha$ and f , it seems rather difficult to derive the formulas for functions $\Delta = \Delta(d)$ being not linear.

5.3. Important restriction

The author, according to his second criterium, has made the passage interval on the straight line through the stations S_x and S_y only dependent

on the measurements in the points S_x and S_y . This was done only for the sake of simplicity. It is possible to take into consideration also the measurements made at a third station S_z (lying on the straight line through S_x and S_y or not), but then the statistical computations become much more difficult. In case this third station S_z is situated on the bisecting normal of $S_x S_y$ it can be shown that the length of the passage interval decreases in accordance with the fact that more information should result in a better knowledge about the point S_3 , in which the true mean value equals $1/2 (\bar{x} + \bar{y})$ (S_3 situated on the straight line through S_1 and S_2).

Of course the problem may be formulated in several ways. We may ask for instance: \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} (and s_x , s_y , s_z) being measured (on the basis of triplets x_i , y_i , z_i) at the stations S_x , S_y , S_z (not situated on the same line), what may be the spatial region of all points S_3 where the true mean value equals $1/3 (\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$? This region probably will be an ellipse. The solutions of such problems seem to be very difficult.

5.4. The new criteria for optimal network

Each criterium supposes «something» to be known, or its application must start from special hypotheses.

Criterion 1: The local distance d'_0 between neighbouring stations in an optimal network should satisfy the relation

$$\Delta^2 = \frac{8}{n} \sigma^2 (1 - \rho)$$

Criterion 2: The optimal mesh d_0 should satisfy the relation

$$\Delta^2 = 2 \sigma^2 G (5 + 3 \rho), \text{ with } G = \frac{2}{n-2} F_{(n-2)}^{(2)}$$

The first criterium is based on $1 - \alpha = 0.95$ (see point 5). The second criterium is based on $1 - \alpha = 0.95$ and $f = 1/2$. (See points 5 and 6).

5.5. Practical application

If nothing is known, nothing can be concluded. In a region where the climate is completely unknown, it is impossible to deduce optimal networks. Measurements in, for instance, two or more stations have to be made in order to get some introducing information about the factors mentioned in the three hypotheses.

The more of this information, the better the answer on the optimal network, i.e. distance between stations. The question of accuracy of measurements seems unimportant at first sight, but should still be born in mind, because (see large sketch) it is the curve K_2 for $n = \infty$ which defines the smallest optimal distance and this curve depends on σ_{in}^2 . This σ_{in}^2 does not matter much, so long as $\frac{(s^*)^2}{n} \gg \sigma_{in}^2$ (see 6.2. «Numerical application»).

6. NUMERICAL APPLICATION

Fig. 6 shows the map of summer isohels for the Netherlands (june + july + august), averaged over 40 years (1911-1950). The duration of sunshine was measured by means of the Campbell Stokes heliograph. Each summer the total amount of sunhsine hours is expressed in percentages

of the astronomical duration of sunshine (which in the middle of the country, is about 1460 hours). The isohels have been drawn with an increment of 1%; there is a variation from 36% in the East to 44% at the Western coast. The following questions may now be answered.

(1) *Whereas the increment 1% equals about 15 hours sunshine, is it statistically «senseful» to draw the isohels with such an increment?*

The meaning of the word «senseful» has been given in the foregoing paragraphs.

a. Criterium 1

It is necessary to know s . The 40 summer totals of sunshine in De Bilt have an average value of $\bar{x} = 614$ h and a standard deviation $s = 85$ h;

$s/\sqrt{n} = 85/\sqrt{40} = 13.5$ h. Apply the inequality $\Delta < 2\sqrt{\frac{2s^2}{n}(1-r)}$. If

the difference $\Delta = \bar{y} - \bar{x}$ between the means x and y (x and y are correlated with correlation coefficient ρ ; sample value: r) satisfies this inequality than \bar{x} is called not statistically different from \bar{y} (level of reliability $1 - \alpha = 0.95$). No correlation in sunshine duration have yet been computed; nevertheless it is certain that $\rho < 1/2$ between stations in which the summer means differ

15 h. Substituting $r = 1/2$, $2\sqrt{\frac{2s^2}{n}(1-r)}$ becomes $2\sqrt{2\frac{85^2}{20}(1-1/2)} = 27$ h (for smaller values of r this value increases). Since $15 < 27$ it has no sense to draw the isohels with an increment of 1% (= 15 h); in that case their existence regions would overlap each other. It seems better to choose an increment of, for instance, 2% (= 30 h).

b. Criterium 2

In this case the reality criterium is $\Delta^2 = 2s^2 G(5 + 3r)$.

With $1 - \alpha = 0.95$, $n = 40$

and $r = 0$ $2s^2 G(5 + 3r)$ becomes $2.85^2 \cdot 0.168(5) = 12100$; $\sqrt{12100} = 110$ h and $r = 1/2$ $2s^2 G(5 + 3r)$ becomes $2.85^2 \cdot 0.168(6\frac{1}{2}) = 15730$; $\sqrt{15730} = 125$ h. These values are much larger than with criterium 1. Now again it proves senseless to choose increments of 1% (= 15 h). A better value appears to be, for instance, 8% (= 120 h), however, this value represents the total difference over the country.

(2) *What is the density of the optimal network in case we prefer to base the computations on n years of measurements (with $n \rightarrow \infty$)?*

This question seems very unrealistic: we never can dispose of an infinitely large amount of measurements (i.e. complete knowledge does not exist). Nevertheless we wish to answer especially this question, because it results in a minimum value of d_0 (d_0 depends on n and decreases if $n \rightarrow \infty$, see foregoing paragraphs).

We should bear in mind that $\frac{s^2}{n} = \frac{(s^*)^2}{n} + \sigma_{in}^2$; if $n \rightarrow \infty$ then $\frac{s^2}{n} \rightarrow \sigma_{in}^2$;

$(s^*)^2$ = variance of the summer totals if all measurements would be completely exact (but there are inaccuracies of evaluations of the diagrams)
 σ_{in}^2 = variance in the population of results if one person again and again evaluates the same diagrams of a given summer (σ_{in} = instrumental error, here better: evaluation error). This σ_{in} proved to be about 1 h (for a summer total), but depends greatly on the character of the sunshine (questions of

less or more uninterrupted sunshine). In the large sketch the curve K_2 for $n = \infty$ is cut by curve K_1 . The latter can be estimated by means of the 40 years average map (Fig. 6).

In this case the criterium becomes

$$\Delta_{n \rightarrow \infty}^2 = 2 s^2 G (5 + 3 r) = 2 \frac{s^2}{n} \cdot n G (5 + 3 r) = 12 \sigma_{in}^2 (5 + 3 r),$$

because $n G_{n \rightarrow \infty} = 6$ (provided $1 - \alpha = 0.95$).

Isocles in summer (1911-1950)
(Summer = June + July + August)

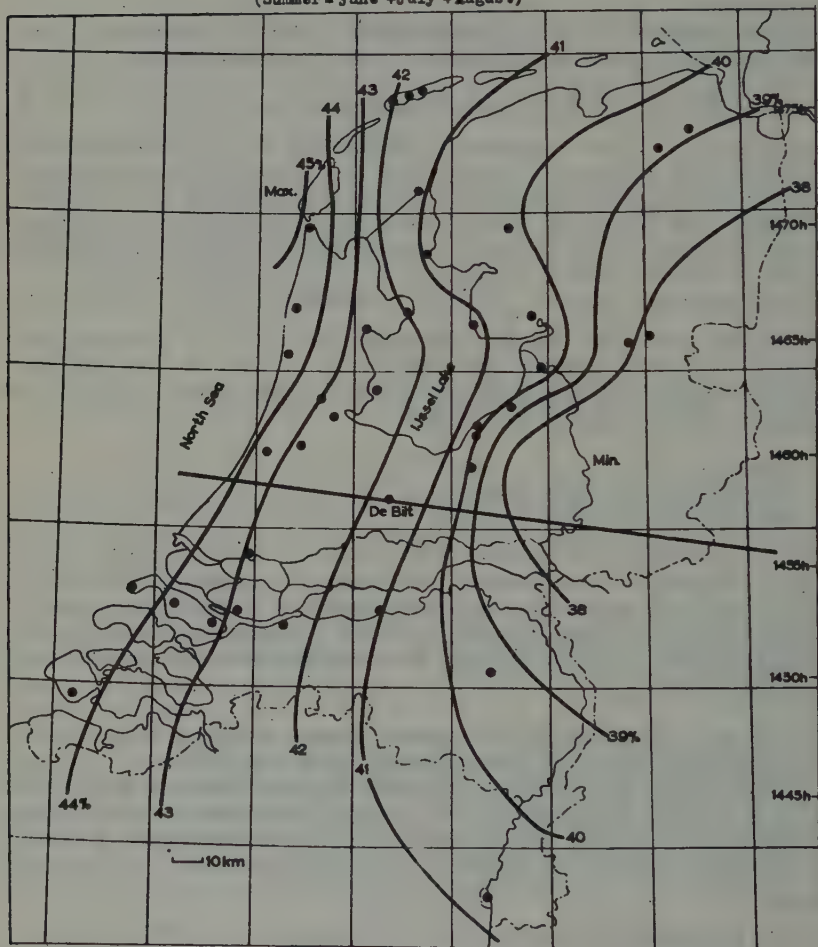


Fig. 7

1. This mean picture is based on the summers 1944-1950 for 33 stations and on the 40 summers 1911-1950 for 5 stations;
2. The astronomical duration of sunshine in summer depends on the latitude of the station. It varies from about 1440 h to about 1480 h from south to north.

Now, substitute for instance $\sigma_{in} = 1$ h and $r = 0$ or $r = 1/2$ respectively.
 $r = 0$ gives $\Delta^2 = 12(5) = 60$; $\Delta = 7.8$ h
 $r = 1/2$ gives $\Delta^2 = 12(6\frac{1}{2}) = 78$; $\Delta = 8.8$ h.

At the coast (middle of the country) the mean summer sunshine amounts to about $1460 \cdot 0.44 = 642$ h; in the east to about $1460 \cdot 0.36 = 526$ h. That makes a difference of 116 hours relating to a distance of nearly 150 km.

Since $\Delta \cong 8$ h, the distance between neighbouring sunshine stations (along a line from west to east, crossing De Bilt) should not be chosen smaller than about $\frac{8}{116} \cdot 150 = 11$ km (14 stations in total; when applying the «normal» situation—40 years averages—this number was about 10). Of

present sunshine stations (1958)

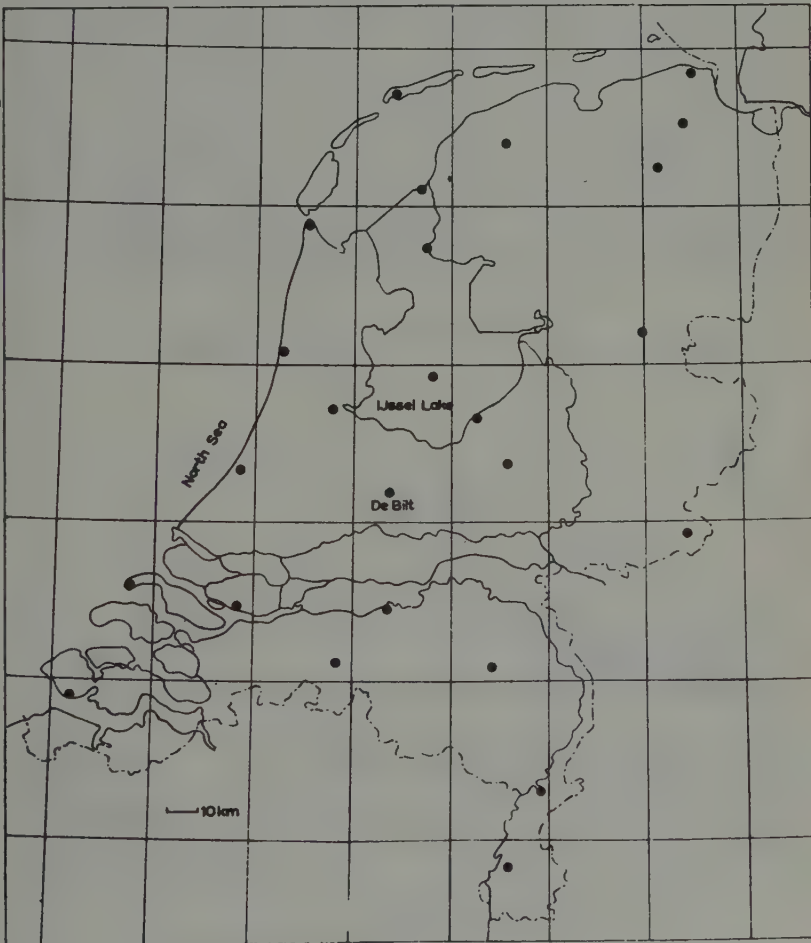


Fig. 8

Two Criteria for Optimal Networks

The diagram - which is for the sake of clearness not drawn on scale - relates to one special function $p = p(d)$ - $d \rightarrow \infty \Rightarrow p \rightarrow 0$ - and to one special function $n = n(d)$, supposed (approximately) linearly (of approximate, a parabola)

1 - a 0.999 level of reliability

degrees of freedom $\nu = n - k$	mean $p(d)$ %	G	nG	$\frac{G}{n}$	\log
1	3	9.4	19.2	2.7	19.2
2	8	5.8	11.7	1.6	11.7
3	10	4.1	10.2	0.8	10.2
4	13	3.2	12.9	0.7	12.9
5	15	2.6	13.0	0.6	13.0
6	17	2.2	13.2	0.6	13.2
7	19	1.9	13.3	0.6	13.3
8	21	1.7	13.4	0.6	13.4
9	22	1.6	13.5	0.6	13.5
10	23	1.5	13.6	0.6	13.6

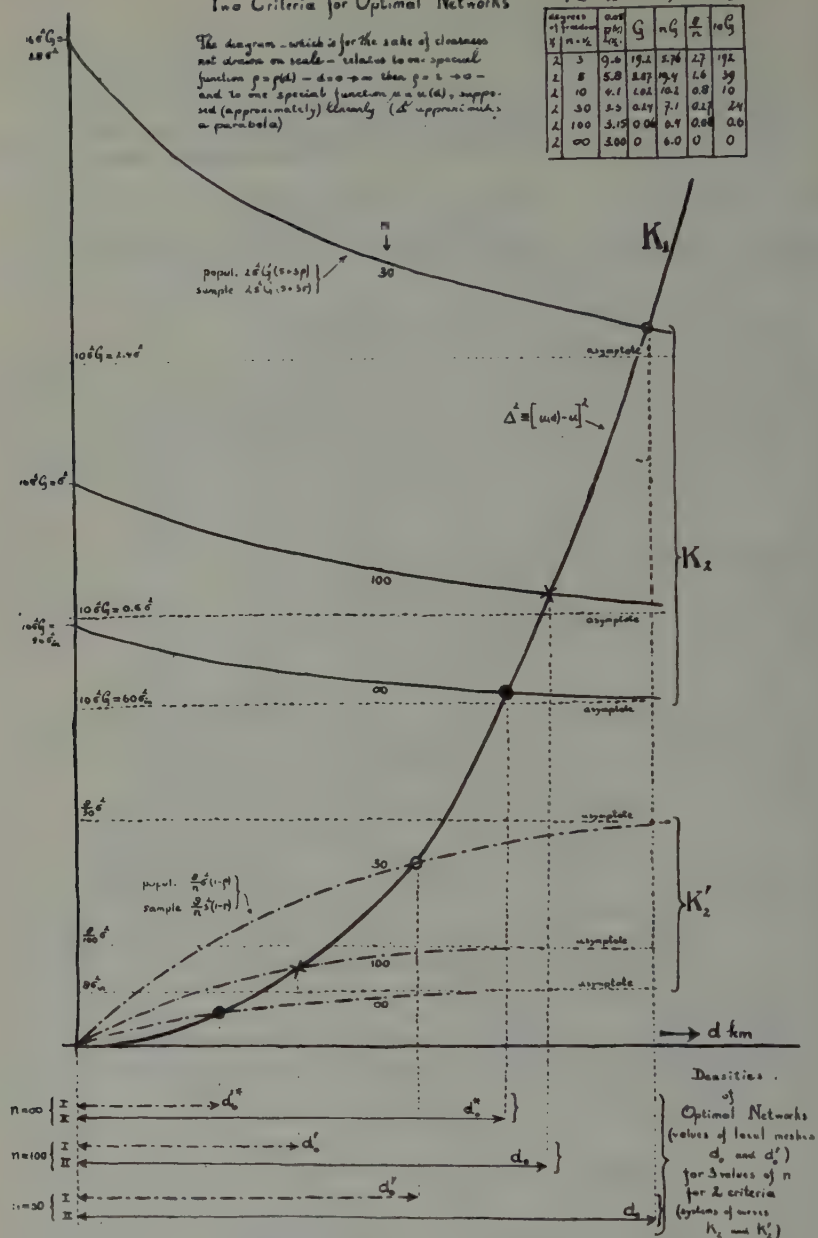


Fig. 9

course this distance is as small as possible; it relates to complete knowledge ($n = \infty$) and a very small evaluation error of 1 h. This value 1 h has been estimated on the basis of too small a number of examples. Suppose it should be 3 h or 6 h, then Δ increases with a factor 3 or 6 and the optimal distance becomes 33 km (4 to 5 stations along the line mentioned above) or 66 km (2 to 3 stations in a line). This is about the present situation of sunshine stations in the Netherlands (Fig. 8); Therefore it seems not necessary to make the network denser (unless the evaluation methods become more accurate). Of course for other meteorological elements different conclusions may result.

7. CONCLUDING REMARK

This numerical example may have emphasized the fact that the optimal density of the network is always based on the measurements which are already made up to the moment that one wants to know this density; in other words: the mesh must depend on the value of n , the number of years of measurements. If no measurements at all have been made, it is not possible to compute an optimal network. The larger the amount of measurements (the larger the «information») the denser the optimal network, but the optimal mesh does not decrease strongly if the number of years of measurements is already large; in such limiting situations the instrumental or evaluation inaccuracy begins to affect the mesh greatly. With regard to the fact that d_0 depends, among other quantities, on n (the number of years) we may call special attention to $n = 30$ (defining the length of the so called normal period). Starting from $n = 30$ a special density of an optimal network results.

BIBLIOGRAPHIE

1. — **DIE GRUNDWASSER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND UND IHRE NUTZUNG** von R. GRAHMANN mit einem Beitrag über die kleinsten Abflusssspenden von W. WUNDT.

LES EAUX SOUTERRAINES DANS LA RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE ALLEMANDE ET LEUR UTILISATION de R. GRAHMANN avec une communication sur les modules minima de W. WUNDT.

Cet important ouvrage fait partie d'un ensemble de 3 volumes consacrés aux disponibilités en eau de la République Fédérale. Le premier volume de R. Keller a rapport aux précipitations. Le second tome est celui qui nous occupe et le troisième par W. Wundt a trait aux débits par unité de surface des rivières.

L'ouvrage de R. Grahmann est du plus grand intérêt. Les premières pages présentent un exposé de ce qu'il faut savoir au sujet des eaux souterraines et de la place qu'elles tiennent dans le Cycle de l'Eau. Il s'étend ensuite spécialement sur les cartes des Eaux Souterraines en Allemagne, donnant quelques indications sur la carte au 1/500000 établie sous la conduite de l'auteur avec ses diverses colorations d'après le nombre de m³ qui peuvent être livrés pour le terrain, mais donnant aussi des indications sur la nature des roches porteuses de la nappe, les caractères de l'eau, etc.

L'auteur parle alors de la carte au 1/1.000.000 établie d'après les mêmes principes, les débits disponibles étant donnée par 6 couleurs différentes. Des indications relatives à la nature des eaux (salées, douces, dures, acides, etc...) sont également données par certaines teintes. Un chapitre signé de W. Wundt traite du minima des cours d'eau d'une part et les quantités d'eaux souterraines disponibles d'autre part. Mais la partie la plus importante est, après une courte esquisse géologique de l'Allemagne, une revue de toutes les couches porteuses de ce pays avec croquis géologiques et des renseignements des plus précieux sur leurs eaux souterraines.

48 figures dans le texte, trois tableaux et surtout deux cartes au 1/1.000.000 constituent en fait la base de cet ouvrage qui, à notre connaissance, est une réalisation unique en son genre par son étendue, sa précision et les multiples données qu'elle fournit. L'ouvrage compte 200 pages.

2. — **PLAGES ET COTES DE SABLE**, par L. LARRAS, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Professeur d'hydraulique maritime et de travaux maritimes à l'E. N. S. E. H., Toulouse, Ingénieur-Conseil du Laboratoire National d'hydraulique. — Un volume 16 · 24, 120 p., 34 fig. 1 400 F Fr. (Taxe locale en sus). Port et taxes inclus 1 520 F Fr. Eyrolles Editeur « *Collection du Laboratoire National d'Hydraulique.* »

Il apparaît aujourd'hui que les mouvements de sable le long de côtes ne peuvent guère être considérés comme dus à des alluvions constamment renouvelées ou détruites; il s'agit au contraire d'allées et venues, d'un point à l'autre dans des aires données, d'un stock presque invariable de sables d'origine fort ancienne. Cet ouvrage, concis et d'une lecture aisée, fait ainsi le tour de ce que nous savons actuellement sur le transport des sables sous l'action des mouvements de la mer (houle et courants).

Après avoir traité de l'origine et de la nature des sables, l'auteur indique ce qu'il faut attendre des bilans volumétriques, en attirant l'attention sur les difficultés d'interprétation de ces bilans. Il rappelle ensuite les diverses notions indispensables à l'étude du transport littoral des sables; propriétés physiques de la houle, propriétés physiques des sables. Puis il étudie les diverses façons

dont le sable peut être transporté par la mer (profil en travers des plages, transport longitudinal et perpendiculaire au rivage sous l'action de la houle, transport par la marée).

Les conséquences de ce transport sur les déplacements de la ligne du rivage sont alors passées en revue, d'abord d'un point de vue général, puis à propos des flèches littorales et des tombolos. L'action de la salinité à l'embouchure des fleuves et l'action des vents ne sont pas négligées.

Enfin, l'effet des divers types d'ouvrages ou de travaux sur la tenue des sables côtiers est envisagé. Ce chapitre permet de choisir l'ouvrage le plus apte, soit à protéger une côte contre l'érosion, soit à retenir du sable pour constituer une plage, ou pour l'enrichir.

Une importante bibliographie complète le volume.

La présente étude intéresse tous les spécialistes d'hydraulique maritime, les océanographes, ainsi que les entrepreneurs de travaux maritimes et portuaires.

Extrait de la table des matières

Origine et nature du sable de plage. — Bilans et documentation de base. — Propriétés physiques : de la houle, des sables. — Profils en travers des plages. — Transports de sable : par la houle parallèlement au rivage, par la houle perpendiculairement au rivage, par la marée. — Déplacements de la ligne du rivage. — Flèches littorales. — Tombolos. — Action de la salinité et du vent. — Action des ouvrages sur les côtés de sable. *

PUBLICATIONS DE L'A. I. H. S.

encore disponibles

I. COMPTES-RENDUS ET RAPPORTS

Publ. n° 3	— 1926 — Notes et communications	50 F Belges	
Publ. n° 6	— Rapports sur l'état de l'hydrologie	25	»
Publ. n° 7	— Id.	25	»
Publ. n° 8	— Id.	25	»
Publ. n° 9	— 1927 — Note et communications	50	»
Publ. n° 13	— 1930 — Réunion du Comité Exécutif	25	»
Publ. n° 14	— 1930 — Commission des Glaciers	25	»
Publ. n° 15	— 1930 — Rapports italiens : Stockholm	50	»
Publ. n° 17	— 1931 — Communications à Stockholm	50	»
Publ. n° 18	— 1930 — Réunion de Stockholm	25	»
Publ. n° 19	— 1931 — Etudes diverses	75	»
Publ. n° 21	— 1934 — Réunion de Lisbonne	50	»
Publ. n° 23	— 1937 — Réunion d'Edimbourg (Neiges et Glaces)	300	»

Assemblée d'Oslo 1948

Publ. n° 28	— Résumé des rapports	25	»
Publ. n° 29	— Tome I — Potamologie et Limnologie	200	»
Publ. n° 30	— Tome II — Neiges et Glaces	200	»
Publ. n° 31	— Tome III — Eaux Souterraines	200	»
	Les 4 tomes ensemble	550	»

Assemblée de Bruxelles 1951

Publ. n° 32	— Tome I — Neiges et Glaces	300	»
Publ. n° 33	— Tome II — Eaux Souterraines et Erosion	250	»
Publ. n° 34	— Tome III — Eaux de Surface	350	»
Publ. n° 35	— Tome IV — Symposia sur Zones Arides et crues	125	»
	Les 4 tomes ensemble	900	

Assemblée de Rome 1954

Publ. n° 36	— Tome I — Erosion du Sol, Précipitations, etc.	300	»
Publ. n° 37	— Tome II — Eaux Souterraines	450	»
Publ. n° 38	— Tome III — Eaux de surface	425	»
Publ. n° 39	— Tome IV — Neiges et Glaces	375	»
	Les 4 tomes ensemble	1350	»

Symposia Darcy — Dijon 1956

Publ. n° 40	— Evaporation	100	»
Publ. n° 41	— Eaux souterraines	250	»
Publ. n° 42	— Crues	300	»
	Les 3 tomes ensemble	550	»

Assemblée de Toronto 1957

Publ. n° 43 — Erosion du sol — Précipitation	300	»
Publ. n° 44 — Eaux souterraines — Infl. Végétation — Rosée	300	»
Publ. n° 45 — Eaux de surface — Evaporation	300	»
Publ. v° 46 — Neiges et Glaces	300	»
Les 4 tomes ensemble	1100	»

II. BIBLIOGRAPHIE HYDROLOGIQUE

1934 (Egypte, France, Indes, Italie, Lettonie, Maroc, Pays Baltes, Roumanie, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Tunisie, Pologne — en 1 vol. 100 F Belges

<i>Argentine</i>	<i>Pays-Bas</i>	<i>Japon</i>
début à 1954 — 25 FB.	1934 — 20 FB.	1935 — 20 FB.
	1935-1936 — 35 FB.	1936 — 10 FB.
	1937 — 20 FB.	
	1938-1947 — 30 FB.	
<i>Allemagne</i>	<i>Portugal</i>	<i>Maroc</i>
1936 — 25 FB.		1935-1936 — 10 FB.
1937 — 20 FB.		
1945-1949 — 30 FB.	1924-1954 — 40 FB.	
1950 — 30 FB.		
1951 — 35 FB.	<i>Afrique du Sud</i>	<i>Pologne</i>
1952 — 35 FB.	1940-1950 — 25 FB.	1935 — 20 FB.
1953 — 35 FB.		1936 — 25 FB.
1954 — 35 FB.	<i>Autriche</i>	1937 — 20 FB.
1955 va paraître	1934 — 10 FB.	1938 — 20 FB.
	1935 — 10 FB.	1945-1948 — 35 FB.
	1936 — 10 FB.	1949 — 30 FB.
	1945-1955 va paraître	1950 — 30 FB.
		1951 — 30 FB.
		1952 va paraître
<i>Egypte</i>	<i>Bulgarie</i>	<i>Australie</i>
début à 1954 — 10 FB.	1935 — 10 FB.	1937 — 10 FB.
	1936 — 10 FB.	
	1937 — 10 FB.	
<i>Etats-Unis (+ Canada)</i>	<i>Espagne</i>	<i>Belgique</i>
1936 — 30 FB.	1940-1950 — 25 FB.	1935 — 10 FB.
1937 — 30 FB.	1951-1952 — 10 FB.	1936 — 10 FB.
1938 — 30 FB.		1937 — 20 FB.
1939 — 30 FB.		1938-1947 — 40 FB.
1940 — 30 FB.		1948-1952 — 30 FB.
1941-1950 — 100 FB.		1952-1957 va paraître
1951-1954 — 60 FB.		
<i>Italie</i>	<i>France</i>	
1935-1936 — 20 FB.	1935-1936 — 25 FB.	
1937-1953 — 30 FB.	1937 — 15 FB.	
	1938 — 15 FB.	
	1946-1951 — 20 FB.	
	1952 — 20 FB.	
	1953- ? va paraître	
<i>Lithuanie</i>		
1935-1938 — 40 FB.		

